

# Arquitetura Escolar


**ANÁLISE DO CONFORTO LUMÍNICO EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE  
ENSINO FUNDAMENTAL EM JOÃO PESSOA/PB**

**LUANA MARIA DE MEDEIROS QUIRINO**

# Arquitetura Escolar

**ANÁLISE DO CONFORTO LUMÍNICO EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE  
ENSINO FUNDAMENTAL EM JOÃO PESSOA/PB**

**LUANA MARIA DE MEDEIROS QUIRINO**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA  
COORDENAÇÃO DE ARQUITETURA E URBANISMO

**ARQUITETURA ESCOLAR:  
ANÁLISE DO CONFORTO LUMÍNICO EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE ENSINO  
FUNDAMENTAL EM JOÃO PESSOA/PB**

LUANA MARIA DE MEDEIROS QUIRINO

JOÃO PESSOA – PB

2018





LUANA MARIA DE MEDEIROS QUIRINO

**ARQUITETURA ESCOLAR:  
ANÁLISE DO CONFORTO LUMÍNICO EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE ENSINO  
FUNDAMENTAL EM JOÃO PESSOA/PB**

Trabalho Final de Graduação apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba, no período 2018.1, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de arquiteto e urbanista.

Orientador: Prof. Dr<sup>a</sup>. Solange Maria Leder

JOÃO PESSOA – PB

2018

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

Q8a    Quirino, Luana Maria de Medeiros.  
         ARQUITETURA ESCOLAR: ANÁLISE DO CONFORTO LUMÍNICO EM  
         ESCOLAS MUNICIPAIS DE ENSINO FUNDAMENTAL EM JOÃO  
         PESSOA/PB / Luana Maria de Medeiros Quirino. - João  
         Pessoa, 2018.  
         124 f. : il.

         Orientação: Solange Maria Leder.  
         Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

         1. Arquitetura escolar. 2. Iluminação. 3. Conforto  
         Lumínico. I. Leder, Solange Maria. II. Título.

UFPB/BC



LUANA MARIA DE MEDEIROS QUIRINO

**ARQUITETURA ESCOLAR:  
ANÁLISE DO CONFORTO LUMÍNICO EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE ENSINO  
FUNDAMENTAL EM JOÃO PESSOA/PB**

Aprovada em \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Solange Maria Leder  
(Orientadora)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Claudia Veronica Torres Barbosa  
(Examinador)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Claudia Ruberg  
(Examinador)



*Este trabalho é dedicado aos meus pais Geruza e Ricardo, a minha irmã Julyana e a todos que contribuíram para que eu realizasse meus sonhos.*





## AGRADECIMENTOS

*À minha família pelo incentivo, dedicação, carinho e apoio incondicional em todas as etapas de minha formação;*

*À professora Doutora Solange Maria Leder, da UFPB, pela orientação, dedicação e amizade demonstrada;*

*À Jullyanne Ferreira pelo incentivo, apoio e ajuda durante toda a realização da pesquisa;*

*À toda equipe que faz parte do LabCon/UFPB, por toda a ajuda e troca de conhecimento, amizade e companheirismo;*

*Aos professores, funcionários e alunos das escolas analisadas, pela colaboração com o desenvolvimento dessa pesquisa;*

*Aos meus colegas de curso, por compartilhar comigo os momentos alegres e angustiantes desta jornada;*

*A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.*



## **RESUMO**

Os estudantes são uma parcela significativa da população e durante um grande período do dia a edificação escolar, que se trata de um espaço de aprendizado, convívio social e diversidade, os abriga. Muitos estudos já evidenciaram que arquitetura escolar influencia a aprendizagem, rendimento e saúde dos alunos. É sob este aspecto que esta pesquisa se concentra, com o objetivo de analisar o conforto lumínico, com foco no usuário em salas de aula de escolas de ensino fundamental da rede municipal. Para tanto, salas de aula de três escolas municipais, construídas a partir do projeto padrão de escola (desenvolvido pela Prefeitura Municipal de João Pessoa), foram selecionadas e analisadas. No levantamento dos dados, foi estudada a iluminância, através de sensores colocados sobre o plano de trabalho, e também foram aplicados questionários para verificação do nível de satisfação dos usuários quanto ao conforto lumínico. Após análise dos resultados obtidos foi constatado que existe um déficit na iluminação de quase todas as salas de aulas estudadas, e que a maioria dos alunos sentem sintomas que podem estar relacionados à síndrome do edifício doente. Isso reforça a imprescindível necessidade de um projeto lumínico adequado para as edificações escolares, seja natural ou artificial, ou combinada, visto que o ambiente escolar influencia na aprendizagem e rendimento dos alunos.

**Palavras-chave:** Arquitetura escolar 1. Iluminação 2. Conforto Lumínico 3.

## **ABSTRACT**

Students are a significant portion of the population during a great period of the day the school building, which is a space of learning, social interaction and diversity, lodges them. Many studies have already shown that school architecture influences student's learning, school performance, and health. In this aspect that this research is focused, with the aim of analyzing the luminic comfort, with focus on the user in classrooms of elementary county schools. For this purpose, classrooms of three county schools built from the standard school project (developed by the City Hall of João Pessoa) were selected and analyzed. In the data collection, the illuminance was studied through sensors placed on the work plane, and questionnaires were also applied to verify the satisfaction level of users regarding light comfort. The obtained results showed that there is a shortfall in the illumination of almost all studied classrooms, and that most students feel symptoms that may be related to the sick building syndrome. This reinforces the essential need for a suitable lighting project for school buildings, whether natural or artificial, or combined, since the school environment influences students' learning and performance.

**Keywords:** School architecture 1. Lighting 2. Luminic Comfort 3.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Certificação ambiental LEED (Leadership in Energy and Environmental Design).....	20
Figura 2 – Nível da certificação – pontuação.....	21
Figura 3 – Etapas de trabalho.....	28
Figura 4 – Conceito vitruviano de arquitetura.....	31
Figura 5 – Principais fatores de risco para o SED.....	38
Figura 6 – Nove fundamentos para um edifício saudável.....	39
Figura 7 – Recorte espacial, localização das escolas analisadas em João Pessoa/PB.....	44
Figura 8 – Localização e vista da escola A.....	45
Figura 9 – Localização e vista da escola B.....	46
Figura 10 – Localização e vista da escola C.....	47
Figura 11 – Planta de cobertura do modelo padrão de escola.....	49
Figura 12 – Cortes do modelo padrão de escola.....	49
Figura 13 – Planta baixa do térreo do modelo padrão de escola.....	51
Figura 14 – Planta baixa do 1º pavimento do modelo padrão de escola.....	51
Figura 15 – Planta de localização dos pontos de medição.....	53
Figura 16 – Sensor Li-210 e datalogger Li-1400, respectivamente.....	54
Figura 17 – Foto com lente olho de peixe da situação do céu no dia da medição da escola A.....	63
Figura 18 – Nível de iluminância dos pontos da escola A.....	63
Figura 19 – Foto com lente olho de peixe da situação do céu no dia da medição da escola B.....	64
Figura 20 – Nível de iluminância dos pontos da escola B.....	65



Figura 21 – Foto com lente olho de peixe da situação do céu no dia 03 e 04 de setembro, respectivamente, da escola C.....	66
Figura 22 – Nível de iluminância dos pontos da escola C.....	67
Figura 23 – Imagem da sala do 4º ano - escola A.....	90
Figura 24 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Leonel Brizola, sala do 4º ano.....	90
Figura 25 – Imagem da sala do 5º ano - escola A.....	91
Figura 26 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Leonel Brizola, sala do 5º ano.....	92
Figura 27 – Imagem da sala 1 do 5º ano - escola B.....	93
Figura 28 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Chico Xavier, sala 1 do 5º ano.....	93
Figura 29 – Imagem da sala 2 do 5º ano - escola B.....	95
Figura 30 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Chico Xavier, sala 2 do 5º ano.....	95
Figura 31 – Imagem da sala do 4º ano - escola C.....	96
Figura 32 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Radegundis Feitosa, sala do 4º ano.....	97
Figura 33 – Imagem da sala do 5º ano - escola C.....	98
Figura 34 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Radegundis Feitosa, sala do 5º ano.....	98
Figura 35 – Sede do Sebrae Nacional em Brasília.....	103
Figura 36 – Fachada de edifício verde na Inglaterra.....	104
Figura 37 – Persiana interna.....	105
Figura 38 – Cortina blackout.....	105
Figura 39 – Fitzroy High School, North Fitzroy, Austrália.....	107

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de escolas da rede municipal de ensino fundamental – João Pessoa.....	24
Gráfico 2 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano, pergunta 01.....	67
Gráfico 3 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano, pergunta 02.....	67
Gráfico 4 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano, pergunta 03.....	68
Gráfico 5 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano, pergunta 04.....	68
Gráfico 6 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano, pergunta 05.....	69
Gráfico 7 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano, pergunta 06.....	69
Gráfico 8 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano, pergunta 07.....	69
Gráfico 9 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano, pergunta 08.....	69
Gráfico 10 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano, pergunta 01.....	70
Gráfico 11 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano, pergunta 02.....	70
Gráfico 12 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano, pergunta 03.....	71
Gráfico 13 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano, pergunta 04.....	71
Gráfico 14 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano, pergunta 05.....	71
Gráfico 15 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano, pergunta 06.....	71
Gráfico 16 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano, pergunta 07.....	72
Gráfico 17 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano, pergunta 08.....	72
Gráfico 18 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01, pergunta 01.....	73
Gráfico 19 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01, pergunta 02.....	73
Gráfico 20 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01, pergunta 03.....	73
Gráfico 21 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01, pergunta 04.....	73

Gráfico 22 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01, pergunta 05.....	74
Gráfico 23 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01, pergunta 06.....	74
Gráfico 24 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01, pergunta 07.....	75
Gráfico 25 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01, pergunta 08.....	75
Gráfico 26 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-1ªturma, pergunta 01..	76
Gráfico 27 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-1ªturma, pergunta 02..	76
Gráfico 28 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-1ªturma, pergunta 03..	77
Gráfico 29 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-1ªturma, pergunta 04..	77
Gráfico 30 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-1ªturma, pergunta 05..	78
Gráfico 31 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-1ªturma, pergunta 06..	78
Gráfico 32 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-1ªturma, pergunta 07..	79
Gráfico 33 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-1ªturma, pergunta 08..	79
Gráfico 34 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-2ªturma, pergunta 01..	79
Gráfico 35 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-2ªturma, pergunta 02..	80
Gráfico 36 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-2ªturma, pergunta 03..	80
Gráfico 37 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-2ªturma, pergunta 04..	80
Gráfico 38 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-2ªturma, pergunta 05..	81
Gráfico 39 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-2ªturma, pergunta 06..	81
Gráfico 40 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-2ªturma, pergunta 07..	82
Gráfico 41 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5ºano, sala 02-2ªturma, pergunta 08..	82
Gráfico 42 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano, pergunta 01.....	83
Gráfico 43 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano, pergunta 02.....	83



Gráfico 44 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano, pergunta 03.....	83
Gráfico 45 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano, pergunta 04.....	83
Gráfico 46 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano, pergunta 05.....	84
Gráfico 47 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano, pergunta 06.....	84
Gráfico 48 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano, pergunta 07.....	85
Gráfico 49 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano, pergunta 08.....	85
Gráfico 50 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano, pergunta 01.....	85
Gráfico 51 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano, pergunta 02.....	85
Gráfico 52 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano, pergunta 03.....	86
Gráfico 53 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano, pergunta 04.....	86
Gráfico 54 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano, pergunta 05.....	87
Gráfico 55 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano, pergunta 06.....	87
Gráfico 56 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano, pergunta 07.....	87
Gráfico 57 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano, pergunta 08.....	87

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Iluminâncias para escolas segundo a norma NBR5413/1992.....	33
Tabela 2 – Quantidade mínima de pontos a serem medidos.....	52
Tabela 3 – Resumo da escola onde foi realizado o piloto.....	57
Tabela 4 – Média em lux de cada ponto de medição da escola A.....	61
Tabela 5 – Média em lux de cada ponto de medição da escola B.....	64
Tabela 6 – Média em lux de cada ponto de medição da escola C.....	65

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
1.1	Justificativa e relevância.....	19
1.2	Objetivos.....	25
1.2.1	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>25</b>
1.2.2	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>25</b>
1.3	Etapas de trabalho.....	26
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>29</b>
2.1	Conforto ambiental e eficiência energética .....	29
2.2	Conforto Lumínico .....	30
2.2.1	<b>Luz no ambiente construído .....</b>	<b>32</b>
2.2.2	<b>Níveis de iluminância segundo a norma .....</b>	<b>32</b>
2.3	Conforto ambiental em edificações escolares .....	34
2.3.1	<b>Conforto lumínico em edificações escolares.....</b>	<b>35</b>
2.4	Síndrome do edifício doente.....	36
2.5	Breve histórico da arquitetura escolar em João Pessoa/PB .....	39
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTO METODOLÓGICO .....</b>	<b>42</b>
3.1	Pesquisas e definições .....	42
3.1.1	<b>Localização das edificações escolares, características, e ocupação.....</b>	<b>42</b>



3.1.1.1	Escola Municipal Governador Leonel Brizola .....	44
3.1.1.2	Escola Municipal Chico Xavier.....	45
3.1.1.3	Escola Municipal Radegundis Feitoca .....	46
<b>3.1.2</b>	<b>Projeto padrão das escolas municipais .....</b>	<b>47</b>
3.2	Coleta e processamento dos dados .....	51
<b>3.2.1</b>	<b>Medições quantitativas.....</b>	<b>51</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Medições qualitativas .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Questionário Piloto .....</b>	<b>55</b>
3.3	Análise dos resultados .....	58
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>60</b>
4.1	A iluminação nas salas de aula.....	60
<b>4.1.1</b>	<b>Governador Leonel Brizola .....</b>	<b>61</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Chico Xavier.....</b>	<b>63</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Radegundis Feitosa.....</b>	<b>65</b>
4.2	A opinião dos usuários .....	66
<b>4.2.1</b>	<b>Governador Leonel Brizola .....</b>	<b>67</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Chico Xavier.....</b>	<b>72</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Radegundis Feitosa.....</b>	<b>82</b>

4.3	O estudo lumínico.....	88
4.4	Resultados das escolas analisadas .....	98
4.5	Estratégias Projetuais.....	99
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>107</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>110</b>
	<b>APÊNDICE A – Modelo questionário piloto dos alunos .....</b>	<b>116</b>
	<b>APÊNDICE B – Modelo final do questionário dos alunos.....</b>	<b>118</b>
	<b>APÊNDICE C – Dados da iluminância .....</b>	<b>119</b>
	<b>APÊNDICE D – Fotografias externas das edificações .....</b>	<b>121</b>
	<b>APÊNDICE E – Localização das salas .....</b>	<b>123</b>



# 1. INTRODUÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país tropical que possui uma grande disponibilidade de recursos naturais, sendo um deles a elevada luminosidade natural durante todo o ano (BARRET et al., 2015) e as janelas desempenham um papel expressivo nessa relação que é eficaz nas estratégias sustentáveis nas edificações que visam uma maior economia no consumo de energia (IHM; NEMRI; KRARTI, 2009). As dimensões das janelas influem na distribuição da luz natural no interior da edificação, se possuem grandes dimensões proporcionam uma maior concentração de luz do dia, porém, podem promover ganhos de calor excessivo acarretando no aumento do gasto de energia (GHISI; TINKER, 2005).

Um fato já abordado em várias pesquisas é que ao não considerar o potencial da luz natural ainda durante a elaboração do projeto arquitetônico resulta na dependência dos sistemas artificiais de iluminação ocasionando em desperdício de energia elétrica, até mesmo durante o período diurno. Além do mais, sistemas artificiais de iluminação (lâmpadas fluorescentes e incandescentes) contêm componentes altamente tóxicos, como o mercúrio e, portanto, não podem ser descartados em aterros públicos diretamente, sendo assim, necessário recuperar os compostos para evitar os danos ao meio ambiente. Mesmo com os avanços tecnológicos e o baixo consumo de energia das lâmpadas atuais, este ainda é um problema em alguns países em desenvolvimento, devido à falta de controle adequado para a eliminação destes resíduos.

Contudo, a luz natural é inconstante e não está disponível durante todas as horas do dia, tornando importante a complementaridade entre os sistemas de iluminação natural e artificial, principalmente nos períodos em que os níveis de iluminação fornecidos se apresentem menores que o recomendado deve-se fazer uso da iluminação artificial, de forma a contribuir para a qualidade do conforto ambiental (Hybiner, 2015).

Estudos mostram que existe uma influência direta do conforto lumínico e o bom rendimento escolar. Segundo FADEYI (2014 apud Juster et al.2004; Departamento de Educação dos EUA, 1992), uma criança permanece aproximadamente 1300 horas em sala de aula por ano e se as condições de qualidade ambiental interna das salas de aula estiverem comprometidas, o aprendizado pode ser prejudicado (Schneider, 2002; Mendell e Heath, 2004; Daisey et al., 2003; Bako-Biro et al., 2012; Bareett et al., 2012).

### 1.1. Justificativa e relevância

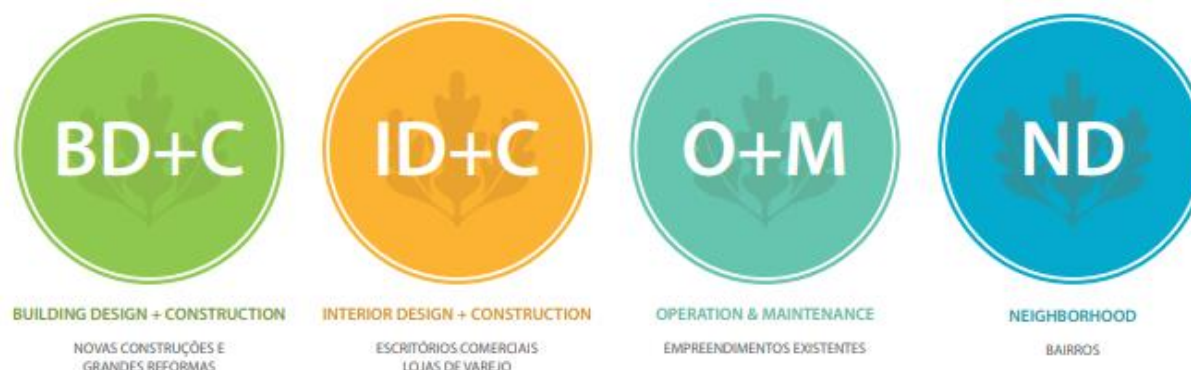
Os recursos naturais ficam mais escassos a cada dia, e por isso, é indiscutível a relevância da utilização de soluções mais sustentáveis e de baixo custo na busca do melhoramento da eficiência energética das edificações. No Brasil, em 19 de dezembro de 2001 a lei nº 10.295 que dispõe sobre Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia Elétrica foi regulamentada pelo Decreto nº 4.059 que, entre outras atuações, dá origem ao Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações. Esse grupo busca certificar que as edificações estão em conformidade com relação à eficiência energética e a determinação de requisitos técnicos para que os projetos a serem construídos atendam estes indicadores.

Segundo Lamberts (2014), no Brasil os projetistas e construtores não dão a devida importância a eficiência energética das aberturas, porém, ela é inegável já que a entrada da iluminação natural, e das trocas térmicas em uma edificação acontecem geralmente por intermédio das aberturas. O mesmo, também aponta que a partir dos dados de consumo de energia elétrica no Brasil, percebe-se que um projeto arquitetônico adequado ao clima e consciente das vantagens da utilização de estratégias naturais de iluminação, aquecimento e o resfriamento dos ambientes tem um grande potencial em reduzir a demanda de energia esperada para os próximos anos, ou seja, um melhor aproveitamento do clima pode ser obtido

pelo planejamento apropriado de detalhes da edificação. Algumas decisões do arquiteto quanto à localização de aberturas, por exemplo, podem interferir na iluminação natural em um ambiente, entretanto, se isso for feito de forma aleatória, ganhos indesejáveis de calor no verão, por exemplo, podem ocorrer como consequência.

A iluminação natural além da economia de energia traz inúmeros benefícios aos usuários, tanto fisiológicos quanto psicológicos, como consequência a presença da luz natural nos espaços é uma das exigências presentes em muitos sistemas de certificação da qualidade e eficiência energética das edificações, como o LEED (2014). Segundo o Green Building Council Brasil (2014) o LEED possui 4 tipologias, que consideram as diferentes necessidades para cada tipo de empreendimento, analisando 8 áreas, como é possível observar na Figura 01.

Figura 1 – Certificação ambiental LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)



Fonte: GBC Brasil, 2015.

Todas elas possuem pré-requisitos (práticas obrigatórias) e créditos, recomendações que quando atendidas garantem pontos a edificação. O nível da certificação é definido, conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos, nível certificado a 110 pontos, nível platina (Figura 02).



Assim, este trabalho busca contribuir para a melhoria do conforto ambiental e do bem-estar dos ocupantes em edificações escolares, através de informações que auxiliem em projetos futuros e adequações, visando a demanda de novas instituições de ensino, além das adaptações nas instituições já existentes, não só em João Pessoa como em outras cidades nordeste do país.

Figura 2 – Nível da certificação - pontuação



Fonte: GBC Brasil, 2015.

Além da economia de energia a qualidade de vida é, seguramente, o maior ganho proporcionado pelo uso da luz natural. Nas salas de aula de ensino fundamental, o mais importante em termos de iluminação natural são os ganhos fisiológicos e psicológicos que esta proporciona. Segundo JOHNSON (1998) e BAKER E STEEMEERS (2002), a iluminação natural proporciona uma ambientação agradável e mais humana exercendo um importante e positivo efeito na qualidade dos espaços, vida e saúde dos usuários, na medida em que a sua variação pode até ser vital para funções biológicas do corpo humano e visto que algumas funções fisiológicas dependem da exposição à iluminação natural para ser ativada.

De acordo com Labaki & Bartholomei (2001), a percepção visual está ligada a iluminação do ambiente, estando diretamente ligada à sua quantidade e qualidade de forma a permitir a realização de atividades, além disso a iluminação é importante para o ajuste do ciclo biológico do ser humano, afetando tanto fisicamente quanto psicologicamente. Recentes estudos sobre conforto visual esclarecem a indispensabilidade da iluminação adequada para a orientação espacial, segurança física, delimitação do território pessoal e o reconhecimento das atividades que necessitam da percepção visual.

Essas e outras condições contribuem para elevar a disposição e a produtividade dos ocupantes, o que resulta na melhora de seu humor e desempenho. Dessa maneira, a escola se torna um local de trabalho mais saudável para estudantes, professores, funcionários a até visitantes. Todavia é imprescindível respeitar cada dependência. Enquanto espaços como pátios e áreas de recreação permitem uma utilização mais abundante da luz natural, salas de aula e bibliotecas, por exemplo, necessitam de dispositivos regulares como brises, que fazem o controle da luminosidade e do calor. (DABUS ARQUITETURA, 2015)

De acordo com o exposto por Oliveira (2013) em seu estudo, no Estado da Paraíba por volta da década de 20 começaram a surgir algumas preocupações quanto ao conforto dos usuários em edificações escolares, que são intensificadas quando o processo de modernização começa a ser implantado no Brasil e surgem questões quanto à insalubridade da cidade que prejudicava a saúde dos habitantes. Nesta época, as edificações escolares começaram a serem reformadas e as novas escolas passaram a ser projetadas com mais atenção e cuidado.

A documentação da época mostrou que nos anos 1930, os grupos escolares não possuíam mais estrutura física adequada para o ensino que deveria ser proposto, com isso, estes tiveram que sofrer reformas, adaptando seus edifícios da maneira que fosse possível. O

desejo do Governador Argemiro de Figueiredo de modernizar a capital, juntamente com as novas necessidades do ensino, levaram ao projeto de novos tipos de grupos escolares [...]. (OLIVEIRA, 2013)

Apesar do grande avanço que ocorreu após o início 1930, muitos edifícios escolares construídos não mostram ter estudos prévios de adequação ao clima, falhando no aproveitamento das condicionantes locais para oferecer conforto aos seus usuários. Sendo muito comum encontrar edificações com sistema de iluminação fora dos padrões técnicos. Iluminação em excesso, desperdício da iluminação natural e uso de luminárias de baixa eficiência luminosa são os principais problemas encontrados nessas edificações.

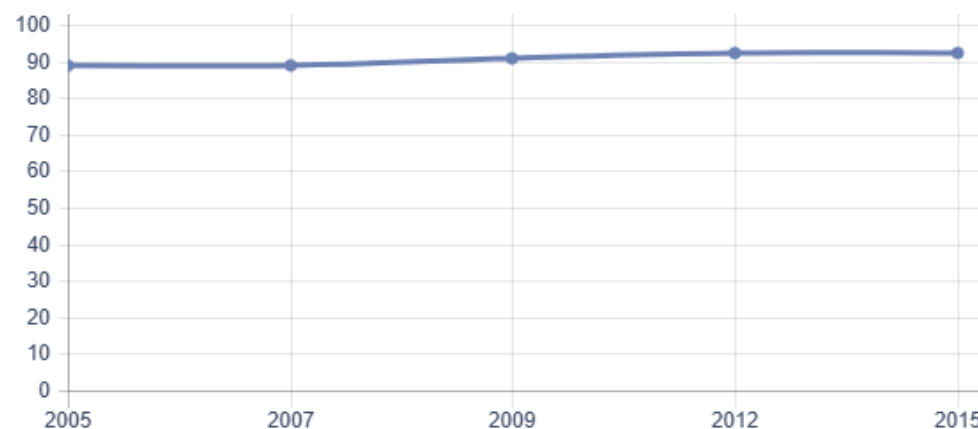
Esses problemas encontrados podem facilmente serem associados a síndrome do edifício doente (SED), que de acordo com o Instituto de Saúde Pública é definida como uma situação na qual os usuários de uma edificação, passam a sentir desconforto laboral assim como podem passar a apresentar problemas graves de saúde. Na maior parte do tempo não é possível discernir as eventuais causas do desconforto e/ou problemas de saúde e algumas vezes nem mesmo é possível obter um diagnóstico preciso. As reclamações geralmente estão relacionadas com um ambiente ou área específica, ou até mesmo o edifício em si.

Em João Pessoa, é possível observar uma padronização nas novas escolas, principalmente em escolas municipais. Nas últimas gestões o governo municipal tem adotado projetos de modelo padrão de escola, esses projetos levam em consideração as especificidades do local onde será construída a edificação, porém não possui maiores preocupações a respeito do conforto ambiental e eficiência energética (OLIVEIRA, 2012), assim como não é realizada a manutenção das luminárias, portanto podendo afetar a disponibilidade de luz no interior prejudicando assim a funcionalidade do ambiente, podendo gerar desconforto térmico e lumínico.

Como se pode ver através dos tempos, em continuidades e descontinuidades, os espaços públicos e as instituições modificam-se, são produzidas e reproduzidas na dinâmica da cidade. As reformas urbanas e educacionais, como é bem exemplificado no caso da Escola Normal, introjetam-se no viver-fazer dentro da cidade e das relações que se estabelecem. A localização da escola e suas relações com o espaço urbano, respondem à padrões culturais e pedagógicos que a criança aprende e internaliza. (CARDOSO E KULESZA, 2004)

Entre 2012 e 2015, poucas escolas municipais foram construídas, havendo um maior crescimento entre 2006 e 2011, que foi o momento em que a Prefeitura Municipal de João Pessoa adotou um projeto padrão para as novas escolas que seriam construídas, ver Gráfico 01. Além disso, a maioria das escolas nos últimos anos vem passando por reformas e adaptações, inclusive as de projeto padrão, muitas vezes com o objetivo de melhoria quanto ao conforto dos usuários e adequação as normas de acessibilidade.

Gráfico 1 – Número de escolas da rede municipal de ensino fundamental – João Pessoa



Fonte: IBGE (2015)

A maioria das escolas de ensino fundamental de João Pessoa funcionam em tempo integral, as crianças passam muito tempo em seus ambientes, principalmente em salas de aulas, onde são realizados diversos tipos de atividades, se tornando de grande importância o conhecimento das condições lumínico das salas de aula e as preferências dos usuários da rede municipal. Existem estudos sobre o conforto ambiental em edificações escolares, alguns deles focam na economia e manutenção dos prédios e outros em atender a demanda da população local. Porém é importante destacar a necessidade da verificação do conforto ambiental do usuário que na maior parte das vezes é um assunto negligenciado.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o conforto lumínico com foco no usuário em salas de aula de escolas de ensino fundamental da rede municipal em João Pessoa, construídas a partir do projeto padrão de escola (desenvolvido pela Prefeitura Municipal de João Pessoa).

### 1.2.2 Objetivos Específicos



Monitorar e quantificar o comportamento das variáveis ambientais que influenciam no conforto lumínico nas salas de aula (iluminação natural e artificial);



Identificar os elementos de proteção solar mais frequentemente utilizados;



Caracterizar um conjunto de variáveis qualitativas a partir da opinião das crianças nas salas de aula;



Verificar o desempenho lumínico das escolas com o projeto padrão;



Propor soluções para melhoria do desempenho lumínico em edificações escolares em climas quente e úmidos.

### 1.3 Etapas de trabalho

#### **1ª) Pesquisas e definições**

A primeira etapa de trabalho consistiu na revisão bibliográfica e pesquisa a respeito do tema abordado. Foram levantadas referências que abordassem assuntos como: iluminação natural, conforto lumínico, qualidade do ambiente interno e suas variáveis, percepção visual dos usuários em espaços escolares, etc. Também se buscou pesquisas com temática similar, com o objetivo de identificar procedimentos e métodos que obtiveram sucesso na coleta de dados e aplicação de questionários. Além disso, foi realizado um levantamento do desenvolvimento da arquitetura escolar em João Pessoa buscando identificar os fatores de melhoria ao longo dos anos.

#### **2ª) Coleta de dados**

A segunda etapa, inclui a verificação dos equipamentos a serem utilizados, por meio de testes para verificação da calibração e funcionamento dos mesmos. Seguido da coleta dos dados qualitativos (aplicação dos questionários) e quantitativos (medições físicas), todas as medições foram realizadas com a luz artificial ligada. Também foi realizado um levantamento das características físicas das edificações, como plantas baixa, layout, imagens, e aspectos gerais de sua ocupação.

#### **3ª) Tratamento dos dados e análise dos resultados**

Na última etapa, foram realizados o tratamento e a análise dos dados, onde foram gerados gráficos, tabelas e imagens para facilitar a análise. Com os resultados obtidos, todo material desenvolvido foi analisado, correlacionando os dados técnicos com os dados subjetivos. Contribuindo para a construção das diretrizes que servirão como contribuição para pesquisa de profissionais que estejam desenvolvendo projetos de escolas tanto para novas edificações quanto para reforma das já existentes.



Figura 3 – Etapas de trabalho

**01 – PESQUISA E DEFINIÇÕES**

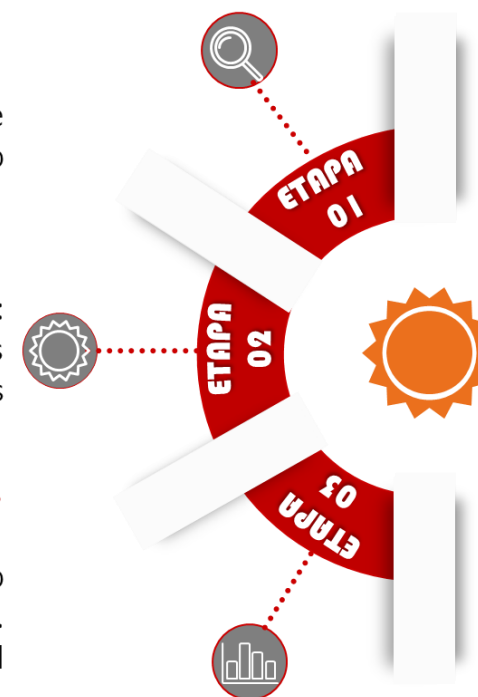
Referencial teórico;  
Qualidade do ambiente interno, iluminação e saúde. Definição das escolas que serão analisadas e formulação dos questionários.

**02 - COLETA DE DADOS**

Coleta de dados de dados sobre os objetos: plantas, fachadas, materiais, etc. Medições da Iluminância (Li-cor). Aplicação dos questionários.

**03- TRATAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Tratamento dos dados colhidos, construção de gráficos, tabelas, imagens HDR, etc. Análise dos gráficos e todo material desenvolvido. Resultados e diagnóstico. Redação final.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

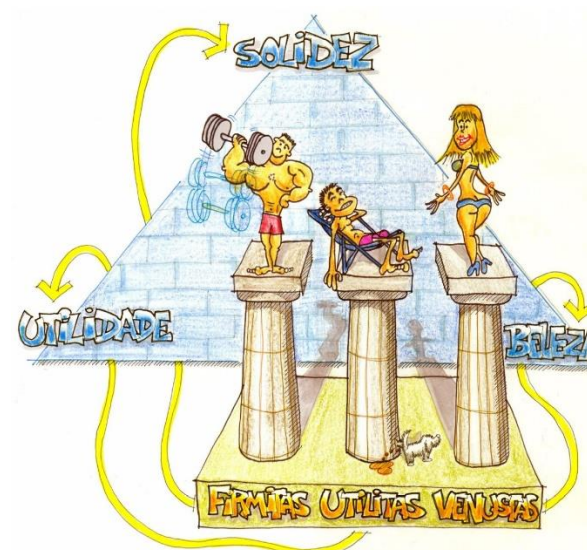
### 2.1. Conforto ambiental e eficiência energética

Atualmente existe um grande interesse nas consequências ambientais, as pessoas estão em busca de sustentabilidade, eficiência energética e conforto ambiental nos edifícios. Esse interesse tem estimulado a percepção da importância do uso da luz natural na arquitetura. Visto, que mesmo com o aumento da eficiência em relação as Fontes luminosas artificiais e sistemas de controle da mesma, a iluminação continua sendo um dos maiores consumos de energia. Segundo Powell (2011), de acordo com dados estatísticos de 2011, a iluminação consome cerca de 7,2% das Fontes primárias desenvolvidas no mundo, sendo responsável por 430 GKg de emissão de carbono na atmosfera.

Ao considerar que os sistemas de luz artificial representam uma parcela considerável do consumo total de energia das edificações num país como o Brasil, com características climáticas que proporcionam uma abundância na quantidade de luz natural, fazer uso de sua contribuição reduziria a dependência dos sistemas artificiais de iluminação, diminuindo custos de instalação e manutenção, produção de poluição e lixo e o consumo energético das edificações, ajudando-as a tornarem-se energeticamente eficientes (DIAS, 2011).

Para Lamberts (2004), a eficiência energética na arquitetura pode ser entendida como um atributo inerente à edificação representante de seu potencial em possibilitar, conforto térmico, visual e acústico aos usuários com baixo consumo de energia. Portanto, um edifício é mais eficiente energeticamente que o outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com o menor consumo de energia. Dessa forma, o triângulo conceitual clássico de Vitruvius é definido pelos termos *firmitas*, *utilitas* y *venustas*, inclui a eficiência energética nos seus três vértices, estrutura, funcionalidade e beleza (Figura 08).

Figura 4 – Conceito vitruviano de arquitetura



Fonte: Eficiência Energética na Arquitetura (2006)

Como bem sabemos, uma parte notável da população passa a maior parte do seu tempo no interior de edificações, em suas habitações, escolas, locais de trabalho, etc., portanto, estes espaços devem possuir condições necessárias de uso de forma que seja uma influência positiva na saúde, bem-estar, conforto e produtividade dos indivíduos.

## 2.2. Conforto Lumínico

De acordo com Coutinho Filho et al. (2006), a iluminação é muito importante para se proporcionar o conforto visual, levando em consideração que os ambientes são iluminados para viabilizar que as atividades visuais possam ser realizadas. O estudo de Souza (2012) ressalta o debate sobre a relação entre saúde e iluminação, destacando que a luz contribui positivamente ao aliviar a depressão, aumentar

a qualidade do sono, melhorar o desempenho humano, regular a melatonina e o cortisol, e sua insuficiência desta pode acarretar em depressão, sonolência, desinteresse pelas atividades habituais. Segundo Lima (2010) “para prever o comportamento humano como função dependente das condições lumínicas, é importante compreender as funções físicas, fisiológicas e as características perceptivas do sistema visual”.

O processo visual engloba duas partes: o estímulo visual sobre o olho e a sensação que o estímulo provoca. É através do olho que acontece a percepção visual, nele ocorre a transformação da energia proveniente da luz em impulsos nervosos para o cérebro, a iluminação deve proporcionar as melhores condições possíveis, proporcionando à mente uma interpretação correta do que estamos vendo (Vianna & Gonçalves, 2007). Segundo Li e Tsang (2008) a iluminação natural é a melhor Fonte de luz, pois proporciona uma melhor compreensão das cores, e a sua qualidade está claramente associada ao seu ajuste à resposta visual humana e para se ter o conforto visual é necessário que haja condições para que os usuários desempenhem de forma precisa e com discernimento suas atividades visuais, não coexistindo esforço visual que venha a danificar a sua visão ou ocasionar acidentes (PEREIRA, 2000).

A iluminação natural pode proporcionar tanto ao ambiente construído quanto aos seus usuários diversas vantagens, pois proporciona uma sensação de bem-estar e em diversos benefícios para a saúde envolvendo aspectos fisiológicos, psicológicos e socioeconômicos, visto que recebemos estímulos naturais provenientes principalmente da luz do dia que afetam o relógio biológico do ser humano (NAZZAL, 2005; KIM, 2010; CANTIN; DUBOIS, 2011; SAPIA, 2013 apud CARLUCCI et al., 2015).

Porém, muitas vezes mesmo com seus benefícios a luz proveniente diretamente do sol não é desejada como Fonte primária de iluminação, devido à sua elevada carga térmica e luminosa, em um projeto de iluminação natural é a luz solar difundida na atmosfera ou refletida pelas superfícies do entorno

que é mais buscada, portanto, a melhor forma de aproveitar esta Fonte de luz natural é através da sua reflexão. (FREIRE, 1996 apud GEMELLI, 2009)

#### 2.2.1. Luz no ambiente construído

É através das aberturas que a luz natural, seja ela direta ou difusa, é admitida no ambiente construído. Dentre os componentes de passagem laterais, a janela é a maneira mais comum de permitir a passagem da luz de um ambiente para outro. Segundo Baker et al. (1993), a esquadria atua como ponto de comunicação visual entre exterior e interior, permitindo trocas luminosas, térmicas e acústicas, e a ventilação natural. Ao mesmo tempo deve-se equilibrar o ingresso de luz difuso, de forma a bloquear o calor gerado pela luz solar direta, contribuindo para o conforto térmico e lumínico (AMORIM, 2002). Tais funções serão atendidas de acordo com o sistema de abertura e o material utilizado na esquadria, de forma a regular a entrada da luz e da ventilação natural, e caso haja desconforto, devido a algum desequilíbrio. Caso ocorra esse desequilíbrio, seja por inadequação da esquadria ou por outra razão, o usuário tende a tentar restabelecê-lo, o que comumente é executado através da utilização de um sistema ativo, consumidor de energia (BRASILEIRO, MORGADO, TORRES, 2014).

A iluminação é um fator essencial para o alcance de um ambiente de aprendizado ideal, pois interfere na legibilidade da informação (GRAÇA et al., 2007). O posicionamento das luminárias do ambiente, com as especificações técnicas adequadas, deve garantir conforto ambiental e conservação de energia simultaneamente (MORAES; CLARO, 2013).

#### 2.2.2. Níveis de iluminância segundo a norma

A Norma Brasileira NBR5423 de 1992 apresenta uma tabela com diferentes valores de iluminância para diferentes ambientes dentro da edificação escolar (Ver Tabela 1). Segundo as



recomendações, deve-se considerar o valor da coluna do meio como iluminância de conforto, devendo ser utilizados em todos os casos. Os valores mínimos podem ser usados quando a refletância e contrastes são altos, a velocidade e precisão não tem importância e quando as atividades são realizadas ocasionalmente. Já os valores máximos, são aceitáveis em determinadas circunstâncias, sendo estas: a atividade tem baixa refletância e contraste, em atividades de alta precisão e alta produtividade, quando o trabalho visual é crítico ou quando o observador apresenta baixa capacidade visual.

Tabela 1 – Iluminâncias para escolas segundo a norma NBR5413/1992

<b>Ambientes</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Ideal</b>	<b>Máximo</b>
Salas de aulas	200	300	500
Quadros negros	300	500	750
Salas de trabalhos manuais	200	300	500
Laboratórios (geral)	150	200	300
Laboratórios (local)	300	500	750
Anfiteatros e auditórios (plateia)	150	200	300
Anfiteatros e auditórios (tribuna)	300	500	750
Sala de desenho	300	500	750
Sala de reunião	150	200	300
Salas de educação física	100	150	200
Costuras e atividades semelhantes	300	500	750
Artes culinárias	150	200	300

Fonte: Adaptado da NBR5413/1992

A mais recente norma sobre iluminação em ambientes é a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 de 2013, ela traz algumas informações importantes para a compreensão da iluminação dos ambientes e para esta pesquisa. A distribuição de luminâncias variadas afeta o conforto visual e convém quem sejam evitadas

luminâncias muito altas, muito baixas, e contrastes altos. Por isso deve-se estar muito atento ao escolher cores e revestimentos para os ambientes.

Quanto a iluminação, que é um dos focos desta pesquisa, sua distribuição nas áreas de trabalho e entorno imediato causa um grande impacto na forma como o usuário percebe e realiza suas atividades de forma rápida, segura e confortável. Os valores fornecidos na norma como valor da iluminação média para cada tarefa não pode estar abaixo dos valores definidos, pois esses valores levam em consideração os requisitos da tarefa, segurança, aspectos relacionados ao conforto, economia e experiência prática. Apenas convém que os valores sejam ajustados se as condições visuais forem diferentes das assumida como normais.

Na norma para salas de aula e salas de aula particulares, a iluminação mantida deve ser de 300 lux e recomenda-se que a iluminação seja controlável. O termo iluminação mantida tem como definição o valor abaixo do qual não convém que a iluminação média da superfície especificada seja reduzida.

Nesta pesquisa se utilizou os valores da norma vigente da NBR ISSO//CIE 88995-1 de 2013 que apresenta o mesmo valor da iluminação mantida NBR 5413/1992, que não está mais vigente.

### 2.3. Conforto ambiental em edificações escolares

As condições de luz, juntamente com as condições térmicas e acústicas de um espaço, estão relacionadas à sua habitabilidade e o seu controle deve ser premissa básica de todo projeto com o objetivo de proporcionar aos usuários melhores condições de conforto. O conforto luminoso é alcançado a partir de iluminâncias adequadas à tarefa visual e aos seus usuários e a partir de boas condições de visibilidade, evitando-se incômodos visuais. (DIAS, 2011)

### 2.3.1. Conforto lumínico em edificações escolares

A respeito da importância do sombreamento das esquadrias, nas edificações institucionais, Brasileiro et al (2014, apud, DIAS et al, 2012) verifica que os ângulos de sombreamento nas aberturas, quando considerados os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), podem ser subestimados, tendo em vista que dependendo da edificação, eles podem ser determinantes na obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), fazendo, assim, diferença na consideração sobre o desempenho energético da edificação.

Nesse sentido, Oliveira (2012) destaca que muitos estudos nos últimos anos têm evidenciado que as características físicas em salas de aula de edificações escolares influenciam diretamente nos resultados educacionais, buscando avaliar qualitativamente e quantitativamente o comportamento da luz natural, onde boa parte desses se baseiam em simulações computacionais e avaliações paramétricas. De acordo com Gemelli (2009) o conforto ambiental em edificações escolares tem grande importância no desempenho e aprendizado dos usuários, e se diferenciam das habitações pela atividade desempenhada no interior, o tempo de ocupação e a importância para a formação dos usuários.

Ochoa (2010) em seu estudo confrontou os resultados técnicos com a percepção de usuários em dois prédios na Universidade Federal de Goiás, considerando opinião de alunos do ensino superior, foram realizadas medições térmicas, acústicas e lumínicas, além de terem sido aplicados questionários. Tendo sido constatado que a quantidade de usuários satisfeitos com a iluminação natural foi maior que a porcentagem de pontos constatados que proviam nível de iluminação adequada, levando a crer que a forma de utilização das salas influenciou na percepção do usuário quanto ao seu ajuste e conforto lumínico.

## 2.4. Síndrome do edifício doente

Também é conhecido como “doenças relacionadas com edifícios” (DRE), trata-se de quando surgem sintomas de uma doença específica que estão relacionados diretamente com um determinado edifício e são atribuídos a eventuais contaminantes ambientais/aéreos.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), existem dois tipos de edifícios doentes, aqueles que são temporariamente doentes, também conhecido como Síndrome do Edifício Doente (SED) temporal, que consiste em edificações novas ou que passaram recentemente por remodelação, neste caso os sintomas desaparecem com o tempo de aproximadamente seis meses. Já os edifícios permanentemente doentes ocorre quando os sintomas persistem mesmo tomando as medidas para correção dos problemas.

Segundo Silva (2017), mais de 30% dos novos edifícios são afetados pelo SED, com problemas sem causas evidentes e que se relaciona, grande parte das vezes com defeitos técnicos, que podem ser da instalação e/ou construção.

Os sintomas relatados são muito variados, pois depende da experiência sentida por cada usuário podendo variar de forma e intensidade. Os sintomas do SED podem acontecer de forma isolada ou combinada, em muitos dos casos, geralmente são difíceis de relacionar com a síndrome. Podendo ocorrer desde uma simples irritação ocular, a uma irritação das vias aéreas, um mal-estar geral, sonolência ou insónia, por vezes piorando à medida que o dia avança e desaparecendo quando o usuário deixa a edificação. Vários estudos foram feitos buscando determinar os principais fatores de risco para a SED, e de acordo com Silva (2017) estes fatores podem se dividir em 4 grandes grupos: fatores físicos, fatores químicos, fatores biológicos, fatores psicossociais e outros fatores subjetivos (Ver Figura 5).

Figura 5 – Principais fatores de risco para o SED

Fatores Físicos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ventilação</li> <li>• temperatura</li> <li>• humidade relativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• iluminação</li> <li>• ruído</li> <li>• vibrações</li> </ul>
Fatores Químicos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• formaldeído</li> <li>• COV's</li> <li>• poeira</li> <li>• fibras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CO</li> <li>• CO2</li> <li>• óxidos de nitrogénio</li> <li>• ozônio</li> </ul>
Fatores biológicos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• bactérias</li> <li>• fungos</li> <li>• esporos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• toxinas</li> <li>• ácaros</li> </ul>
Fatores psicossociais	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• organização do trabalho</li> <li>• promoção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• relações interpessoais</li> <li>• controle das condições ambientais</li> </ul>
Outros fatores subjetivos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• idade do edifício</li> <li>• gênero</li> <li>• limpeza</li> </ul>	

Fonte: Silva (2017), adaptado.

Além disso, Silva (2017) também afirma que a insuficiência ou excesso de iluminação, a intensidade do brilho, e até mesmo o espectro cromático e a temperatura da cor podem promover mudanças do comportamento, influenciando a capacidade da visão, de forma a possibilitar a ocorrência de incidentes, assim como desconforto visual, cansaço, depressão, perda de produtividade e desconforto geral.

E que a maioria dos fatores associados à SED estão relacionados à construção e design da construção e em muitos casos muito difícil resolver os problemas quando a construção e a instalação já

estão concluídas. Em alguns casos, podem ser realizadas alterações, porém essas mudanças podem vir a gerar um gasto muito alto. E sendo assim, a melhor forma de se evitar a Síndrome do Edifício Doente é prevenindo para que ela não ocorra, sendo essa prevenção ideal ainda na fase de planejamento dos novos projetos de construção ou de restauração.

Figura 6 – Nove fundamentos para um edifício saudável



Fonte: For Health.org (2017)



## 2.5. Breve histórico da arquitetura escolar em João Pessoa/PB

No final da década de 10 e início da década de 20 do século XX, as noções do higienismo intensificam-se e os espaços passam a ser pensados em função da ordem política e social. No governo de João Machado e nos governos consecutivos, a urbanização que passava a cidade da Parahyba pretendia dotá-la de um aspecto limpo, com iluminação, alinhamento de ruas, condições salutaras e espaços públicos.

Nas décadas de 10-20 do século XX a cidade Parahyba também começa a perder pouco a pouco o seu aspecto colonial e a dotar-se de indicativos “modernos”. A função educativa de bem-estar e higiene e as noções constituintes do espírito cosmopolita derivam das reformas urbanas. A cidade redefine as relações de poder no espaço urbano que se modifica e que por sua vez modifica a escola: a cidade colonial vê-se cada vez mais distante e os espaços públicos, ruas, praças e escolas da “cidade moderna” cada dia mais presentes. A existência material de um novo espaço urbano, mais amplo e mais aberto para poder atuar como fator de estimulação e consolidação das noções de progresso, de modernidade e de modernização, estão realçadas em estudos históricos recentes abordando a Parahyba (CARDOSO E KULESZA, 2004).

Segundo Nunes (1994), século XIX e início do século XX, a escola reconstrói a cidade através novo padrão modernista planejado no Brasil. Nunes (1994) ainda diz que: “Uma nova leitura do urbano era paulatinamente construída pelo esforço ideologizador de toda uma geração de educadores. (...) Havia uma cultura urbana em processo acelerado de transformação a ser decifrada e cabia à escola ensinar hábitos que ajudassem as crianças mais pobres a interpretar a realidade”

No período de 1910 a 1925, há uma preocupação constante com o remodelamento e o embelezamento da cidade, surgindo ideais de progresso e crescimento, as escolas sofrem transformações com os investimentos públicos e privados. A escola e a educação compartilhavam com a cidade o caráter disciplinador de que se requeria para arquitetar o progresso, por meio da adequada provisão de uma infraestrutura de serviços. Essas noções de modernidade eram características do processo de urbanização, que incluíam além da criação de impostos as reformas urbanas. Portanto, o crescimento da cidade progride junto com as reformas educacionais, ocorrendo uma “concepção organizativa” necessária para a população se apropriar do urbanismo, dando um novo aspecto à cidade.

A documentação da época mostrou que nos anos 1930, os grupos escolares não possuíam mais estrutura física adequada para o ensino que deveria ser proposto, com isso, estes tiveram que sofrer reformas, adaptando seus edifícios da maneira que fosse possível. Os desejos do Governador Argemiro de Figueiredo de modernizar a capital, juntamente com as novas necessidades do ensino, levaram ao projeto de novos tipos de grupos escolares e do Instituto de Educação da Paraíba, que possuía edificações consideradas ideais para a arquitetura escolar do período (OLIVEIRA, 2013).

Castro e Fletcher (1986) que na década de 80 estudavam a infraestrutura das escolas brasileiras do período, começaram a argumentar sobre a eficiência e da eficácia dos gastos públicos com educação advertindo sobre a importância da infraestrutura das escolas no aprendizado dos alunos. Já Sátyro e Soares (2007) estudaram os mesmos pontos, porém, usando a base de dados dos Censos Escolares de 1997 a 2005, e confirmaram que apesar de ter acontecido uma evolução da infraestrutura escolar no período, tal fato não se mostra presente nos índices de repetência e do aprendizado dos alunos.



### 3. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Com base na problemática que orienta a pesquisa e no referencial teórico foram escolhidos os procedimentos e instrumentos utilizados na pesquisa (Figura 03).

#### 3.1. Pesquisas e definições

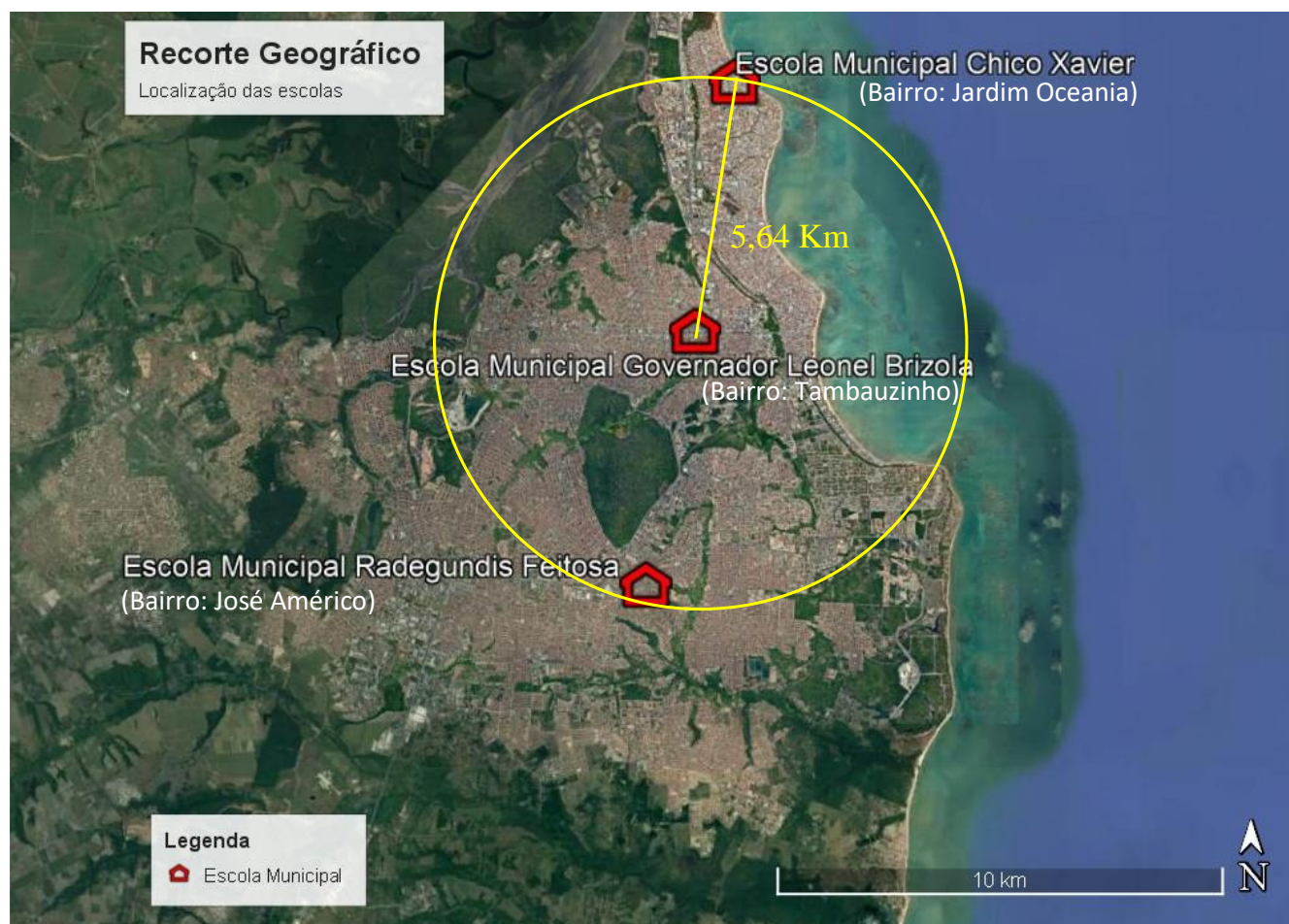
A primeira etapa de trabalho consistiu na revisão bibliográfica e pesquisa a respeito do tema abordado. Foram levantadas referências que abordassem assuntos como: iluminação natural, conforto lumínico, qualidade do ambiente interno e suas variáveis, percepção visual dos usuários em espaços escolares, etc. Foram levantados os dados da iluminância das escolas analisadas que foram disponibilizados pelo site do projeto “Raio X das Escolas”, criado por Raoni Mendes com o objetivo de fiscalizar as unidades de educação em busca de melhorias. Também se buscou pesquisas com temática similar, com o objetivo de identificar procedimentos e métodos que obtiveram sucesso na coleta de dados e aplicação de questionários. Além disso, foi realizado um levantamento do desenvolvimento da arquitetura escolar em João Pessoa buscando identificar os fatores de melhoria ao longo dos anos.

##### 3.1.1. Localização das edificações escolares e características

Foi através das ferramentas Google Earth e Google Maps, que foi estabelecida a exata localização das três escolas analisadas no mapa da cidade de João Pessoa. As escolas estão dentro de um raio de 5.64 Km tomando como referência a Escola Municipal Governador Leonel Brizola. A obtenção da imagem aérea possibilitou estabelecer o Norte geográfico de cada uma delas, auxiliando na maior compreensão espacial das escolas. Observa-se, que o formato dos terrenos em que as escolas foram implantadas são significativamente diferentes comparando-se uns aos outros, com implantações e afastamentos diferenciados.



Figura 7 – Recorte espacial, localização das escolas analisadas em João Pessoa/PB



Fonte: Mapa - Google Earth

### 3.1.1.1. Escola Municipal Governador Leonel Brizola

A Escola Municipal Governador Leonel Brizola, fica localizada no bairro de Tambauzinho, na R. Maria Caetano Fernandes de Lima. Ela foi fundada em 2008 e possui alunos matriculados distribuídos entre a pré-escola, os anos iniciais e finais do ensino fundamental e educação de jovens e adultos (EJA).

Figura 8 – Localização e vista da escola



Fonte: Mapa - Google Earth e Fotografia - Elaborado pela autora, 2018.

A arquitetura da edificação favorece a entrada da luz natural, a luz que entra pelas janelas em algumas salas já garante valores de luminosidade dentro dos padrões adequados. As salas de aula apresentam janelas em vidro basculante. No levantamento realizado em 2015 pela equipe “Raio X das Escolas”, foi identificado que a maioria das salas de aula, mesmo permanecendo com as lâmpadas acesas, apresentam índices de luminosidade inferior ao recomendado pela norma. Para a obtenção das medições foi posicionado um sensor no centro das salas de aula.

### 3.1.1.2. Escola Municipal Chico Xavier

A Escola Municipal Chico Xavier foi fundada em 2011, fica localizada no Bairro do Bessa, na Rua Telegrafista Eslebão Santiago. É uma escola de regime de Tempo Integral, distribuídos entre os anos finais do ensino fundamental.

Figura 9 – Localização e vista da escola



Fonte: Mapa - Google Earth e Fotografia - Elaborado pela autora, 2018.

No levantamento realizado em 2015 pela equipe do projeto “Raio X das Escolas”, foi observado que o mobiliário se encontrava em más condições de conservação, como mesas e os quadros brancos utilizados pelos professores. As salas de aula da escola apresentam janelas de vidro, que favorecem a iluminação natural, porém foi verificado que algumas salas de aula, mesmo permanecendo com as lâmpadas acesas, apresentam índices de luminosidade inferior ao recomendado pela Norma Brasileira (ABNT NBR ISO/CIE 89951: 2013), que estabelece o índice de 300 lux para esses ambientes.



### 3.1.1.3. Escola Municipal Radegundis Feitosa

A Escola Municipal Radegundis Feitosa Nunes foi fundada em 2011, fica localizada no Bairro José Américo, na Rua Cândida Formiga. Alunos matriculados, distribuídos entre os anos iniciais do ensino fundamental e educação de jovens e adultos (EJA).

Figura 10 – Localização e vista da escola



Fonte: Mapa - Google Earth e Fotografia - Elaborado pela autora, 2018.

No levantamento realizado em 2015 pela equipe “Raio X das Escolas” foi constatado que as salas de aula da Escola apresentam janelas de vidro que favorecem a iluminação natural e que algumas salas de aula, mesmo com o sistema de iluminação artificial ligado, os índices de luminosidade são inferiores ao recomendado pela Norma Brasileira (ABNT NBR ISO/CIE 89951: 2013), que estabelece o índice de 300 lux para esses ambientes.



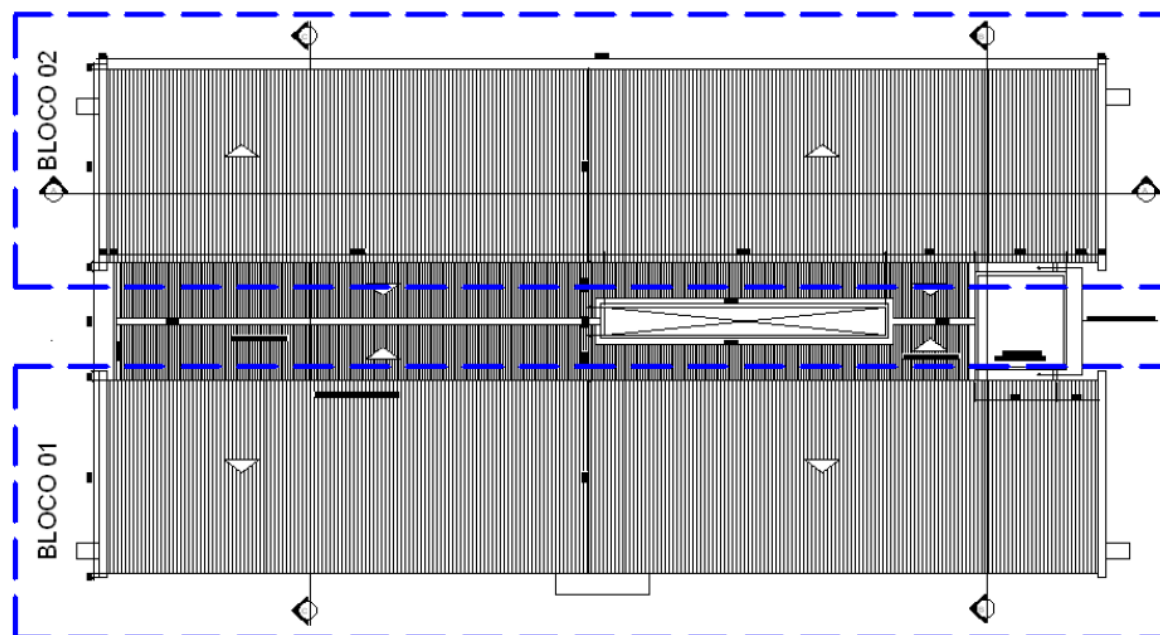
### 3.1.2. Projeto padrão das escolas municipais

Oliveira (2012) em sua pesquisa sobre as escolas modelo padrão identificou a E.M. Radegundis Feitosa, dentre as escolas analisadas, é a que possui o eixo transversal menos alinhado com o norte geográfico, existindo maior possibilidade de níveis maiores de iluminância no interior da sala de aula. Enquanto a Leonel Brizola apresenta o eixo transversal perfeitamente alinhado com o Norte geográfico, observa-se que existe a preocupação de posicionar as escolas com seu eixo transversal direcionado no sentido norte-sul, de forma que as aberturas das salas de aula fiquem voltadas nesta orientação, sendo que apenas uma das escolas se encontra no eixo.

Os desenhos do projeto arquitetônico foram obtidos no trabalho de Oliveira (2012) que teve a aquisição das plantas junto à SEDEC/PMJP-PB. Não foi possível obter as plantas diretamente com o Órgão responsável, pois mesmo com a autorização não disponibilizaram os desenhos a tempo da entrega deste trabalho. O projeto foi desenvolvido por arquitetos da prefeitura, em conformidade com a legislação vigente, o Código de Obras do Município, e as diretrizes do FNDE/MEC para construção de escolas.

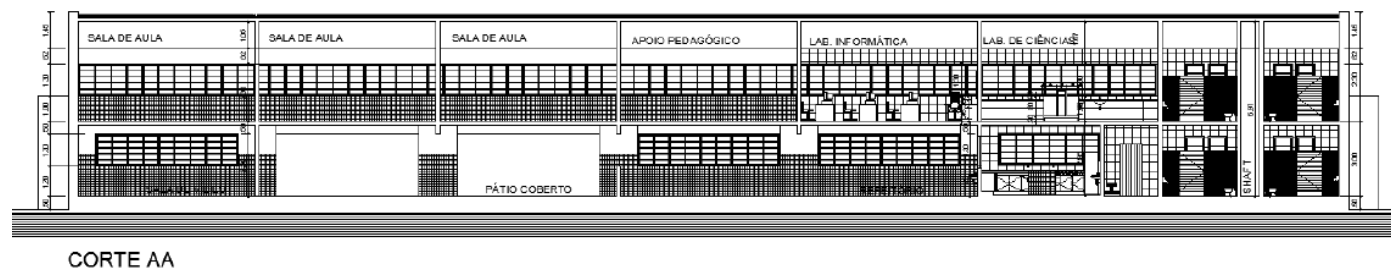
O projeto é dividido em dois blocos horizontais que são ligados pela circulação vertical, essa área de circulação possui 8,55m de largura, sendo coberta por laje e telha de alumínio e possui uma abertura zenital no pavimento superior, que funciona como meio de entrada de iluminação e ventilação natural, como podemos observar nas Figuras 9 e 10.

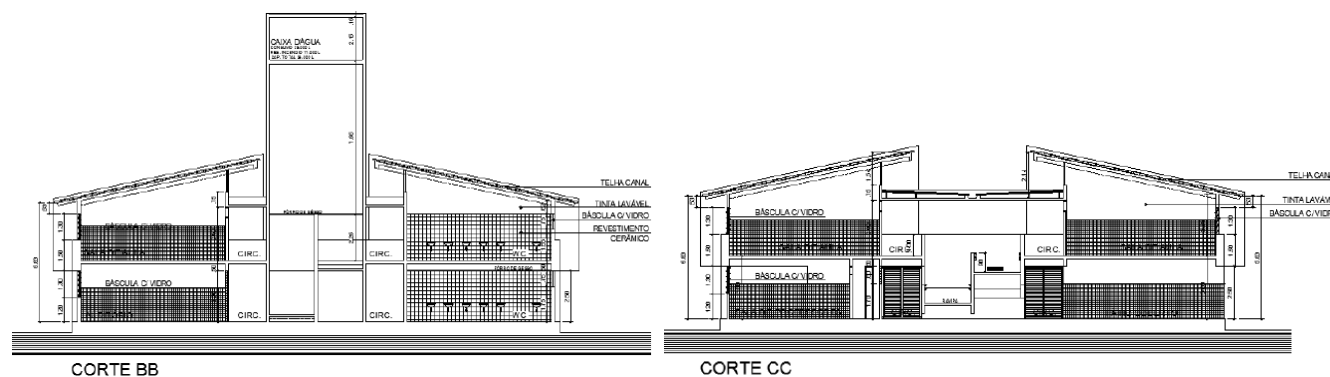
Figura 11 – Planta de cobertura do modelo padrão de escola



Fonte: Oliveira (2012).

Figura 12 – Cortes do modelo padrão de escola



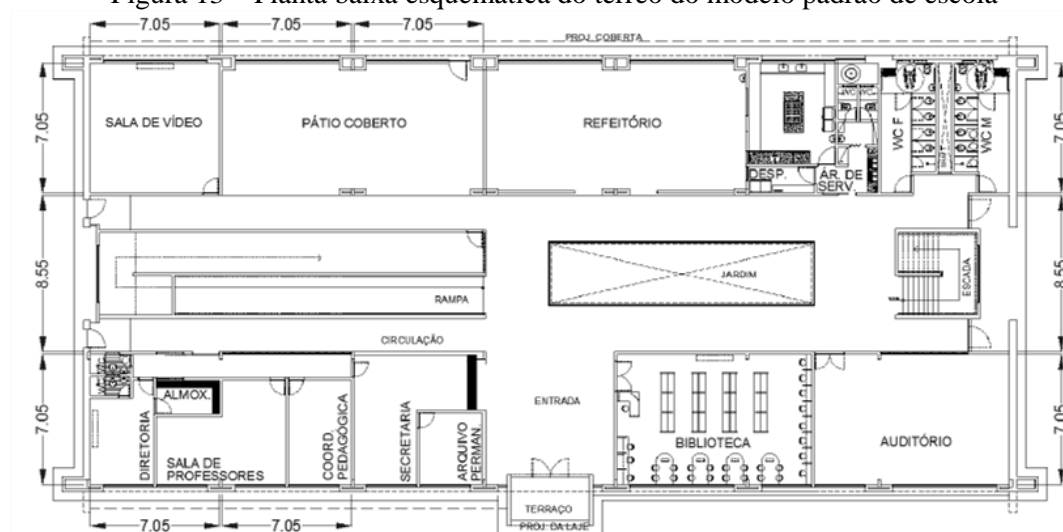


Fonte: Oliveira (2012).

No pavimento térreo encontra-se a parte administrativa e de serviços da escola, assim como o refeitório, pátio coberto, sala de vídeo, biblioteca e auditório (Ver Figura 13). No pavimento superior, se encontram as salas de aula, laboratórios, apoio pedagógico e banheiros (Ver Figura 14). O projeto segue uma modulação 7,05m por 7,05m marcada por seus pilares e, portanto, as salas de aulas são quadradas, possuindo 7,05m de largura por 7,05m de profundidade e área de 49,7m<sup>2</sup>.

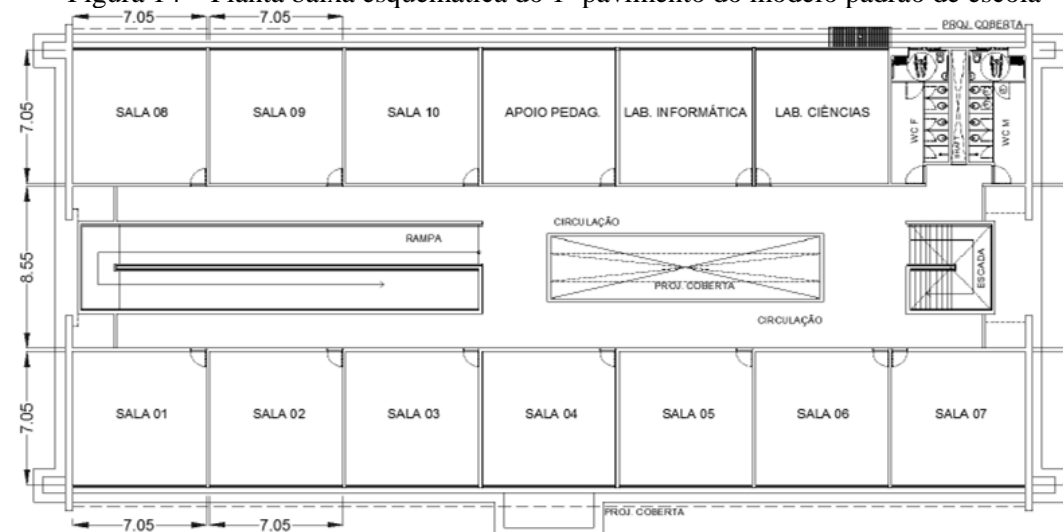
As diretrizes apontadas no projeto não tratam de aspectos relativos ao conforto ambiental e eficiência energética, tais temas não são mencionados. Constando apenas o conteúdo programático e a distribuição e organização dos setores da edificação em: administrativo, salas de aulas, de laboratórios, biblioteca, refeitório, etc.

Figura 13 – Planta baixa esquemática do térreo do modelo padrão de escola



Fonte: Oliveira (2012).

Figura 14 – Planta baixa esquemática do 1º pavimento do modelo padrão de escola



Fonte: Oliveira (2012).

### 3.2. Coleta e processamento dos dados

A segunda etapa, inclui a verificação dos equipamentos a serem utilizados, por meio de testes para verificação da calibração e funcionamento dos mesmos. Seguido da coleta dos dados quantitativos (medições físicas) e qualitativos (aplicação dos questionários). Também foi realizado um levantamento das características físicas das edificações, como plantas baixa, layout, imagens, e aspectos gerais de sua ocupação, resultando na construção de fichas contendo os principais dados a respeito de cada edificação escolhida.

#### 3.2.1. Medições quantitativas

A coleta de dados referente à mensuração dos níveis de iluminância no interior das salas de aula baseou-se nas recomendações do projeto de norma da NBR 15215-4 da ABNT (2005), que indica a metodologia para avaliação experimental das condições de iluminação interna de edificações. Segundo a norma, para poder ser determinada a quantidade mínima de pontos necessários, antes é imperativo determinar o Índice do Local (K) pela seguinte fórmula:

$$K = \frac{C \cdot L}{H_m \cdot (C + L)}$$

Onde:

C – comprimento do ambiente;

L – largura do ambiente;

H<sub>m</sub> – altura entre o plano de trabalho e a parte inferior da verga da janela.

Após ser realizando os cálculos com base nas medidas da sala, foi obtido que o fator K equivale a K<1 e, portanto, segundo dados da Tabela 2, retirada da NBR 15215-4, a quantidade mínima ideal é de 9 pontos.

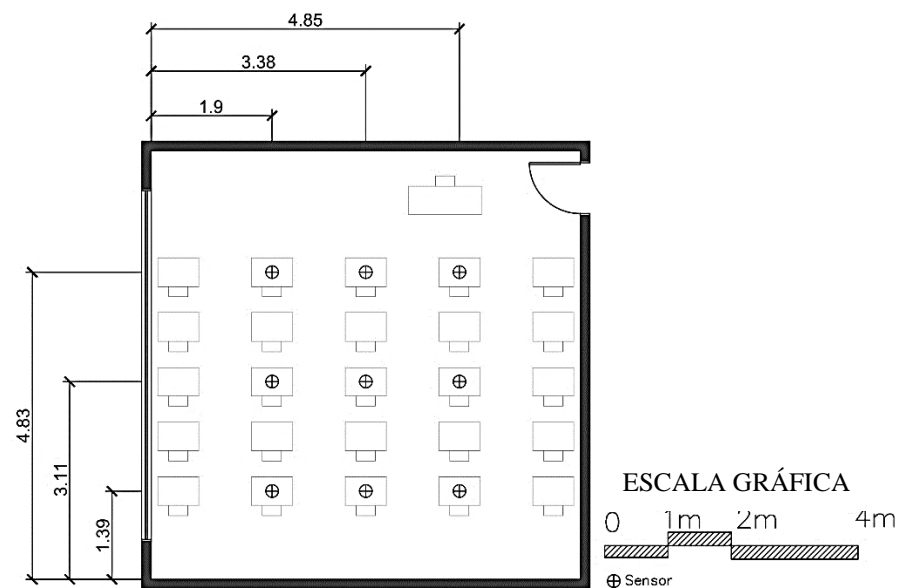
Tabela 2 – Quantidade mínima de pontos a serem medidos

K	Nº de Pontos
$K < 1$	9
$1 \leq K < 2$	16
$2 \leq K < 3$	25
K	36

Fonte: NBR 15215-4 da ABNT (2005)

Os pontos de medição foram distribuídos no interior das salas, em três fileiras de três sensores afastados da janela e da parede, estando cada sensor afastado aproximadamente 1,48 metros um do outro, visto que todas as salas analisadas têm a mesma dimensão, conforme a Figura 15.

Figura 15 – Planta de localização dos pontos de medição



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

As medições do nível de iluminância de referência horizontal foram realizadas no interior das salas levando em consideração o horário livre das salas e a necessidade de garantir a integridade e segurança dos equipamentos, sendo realizadas, portanto nos horários em que não tinha aula), todas as medições foram realizadas com a luz artificial ligada. Para os registros das mesmas foram utilizados três conjuntos de sensores fotométricos (cada conjunto possui três sensores), apoiados sobre o plano de trabalho (carteiras), com fixação e nivelamento através do kit de fixação da LI-COR, que acompanha um nível de bolha. Os dados coletados foram armazenados em dataloggers da LI-COR Li 1400, ver Figura 16.

Figura 16 – Sensor Li-210 e datalogger Li-1400, respectivamente



Fonte: <https://faeng.ufms.br/en/institucional/laboratorios/lade/equipamentos-adquiridos/>

### 3.2.2. Medições qualitativas

A percepção do usuário em relação ao conforto lumínico foi avaliada através da aplicação de questionários específicos para os alunos de forma a identificar suas preferências. Antes da aplicação dos questionários foram realizadas observações nas salas de aula, para que os alunos se familiarizassem com a presença do pesquisador em sala e tirassem as dúvidas.

Para a construção dos questionários tomou-se como base estudos sobre coleta de informações com crianças realizados na psicologia, educação e também as pesquisas de índices de conforto lumínico e abordagem adaptativa. Os questionários foram elaborados de forma simplificada e adaptados a crianças, de acordo com suas idades. Foi adotado que para esta pesquisa seria necessário uma amostra de 100 alunos do 4º e 5º ano do ensino fundamental, para tanto foram escolhidas três escolas: a Escola Municipal Governador Leonel Brizola, a Escola Municipal Chico Xavier e a Escola Municipal Radegundis Feitosa Nunes. A amostra final obtida foi de 113 alunos.

Dentre as principais metodologias que contribuíram como referencia para a formulação dos questionários, temos Fervença e Bartholomei (2013) que realizaram uma avaliação pós-ocupação do ambiente escolar e o conforto lumínico em duas escolas públicas de Presidente Prudente-SP, avaliando a iluminação do ambiente quanto aos seus níveis normatizados e a satisfação do usuário. Os questionários foram baseados no trabalho de Bernardi (2001), possuindo diferenciações para as diferentes faixa etárias para facilitar a compreensão dos alunos, portanto alguns possuíam questões fechadas, enquanto outros consistiam em desenhos com uma temática pré-estabelecida.

Gemelli (2009), teve como objetivo principal em seu estudo avaliar a edificação escolar projetada e executada de acordo com princípios de sustentabilidade e de arquitetura bioclimática, considerando as necessidades dos usuários em termos de conforto térmico, lumínico e acústico, utilizando como objeto de estudo a Escola Municipal de Ensino Fundamental Frei Pacífico-RS, sua amostra foi composta por alunos entre 7 a 18 anos, totalizando 99 alunos. Inicialmente, foi realizado um piloto que identificou falhas que puderam ser corrigidas na versão final que continha 11 perguntas, sendo quatro destas a respeito do conforto lumínico.



Já Ferreira (2006) avaliou o conforto ambiental e eficiência energética na Escola Estadual Pero Vaz de Caminha-MG. Sua amostra consistiu em 87 alunos e 12 professores e um piloto foi feito buscando testar a compreensão dos estudantes quanto as perguntas contidas nos questionários. Para a versão final foi necessária a redução de questões abertas, além de mudanças na linguagem utilizada.

O questionário final desta pesquisa foi constituído de 8 perguntas fechadas, sendo dividido, de forma clara, em três partes. A primeira parte trata do conforto lumínico da sala de aula no geral com perguntas sobre o que o aluno acha e como gostaria que estivesse a iluminação na sala, a segunda parte é em relação ao quadro e a carteira, se os alunos possuíam algum tipo de dificuldades de ler os textos presentes nos mesmos e quais os problemas por eles identificados, e a terceira focou no bem estar dos mesmos como usuarios, questionando sobre se sentiam algum sintoma após a aula e com que frequência apresentam os sintomas.

A aplicação foi realizada durante as aulas no dia e horário disponibilizado pelas escolas, as respostas foram marcadas pelos próprios alunos, que acompanharam a leitura das questões realizadas pela entrevistadora com o proposito de evitar dúvidas maiores, os alunos que apresentaram dificuldades em responder receberam ajuda para o preenchimento do questionário.


### **3.2.3. Questionário Piloto**

Para ajuste do questionário final foi realizado um piloto do questionário original visando verificar o entendimento dos alunos. O piloto foi realizado no dia 16 de julho de 2018 na Escola Municipal de Ensino Fundamental Leônidas Santiago, localizada no bairro do Rangel. A escola não segue o mesmo projeto das que foram analisadas, por isso seus dados não foram apresentados nos resultados e discussões. Os questionários foram aplicados nas turmas do 3º ano, com 23 alunos e no 5º ano, com 27 alunos.

Segundo o blog oficial da escola, a mesma começou a funcionar em 1973, quando esta foi fundada, localizando-se inicialmente na Associação Beneficente do Rangel, na Rua Souza Rangel, e depois foi transferida para sua própria sede na rua Cônego Vicente Pimentel, atendendo a alunos do 1º ao 9º ano do ensino fundamental e Educação de Jovens e Adultos. Até 1999, abrangia apenas anos iniciais do ensino fundamental, ampliando no ano 2000 para abranger também os anos finais. Em 2002, sofreu uma reforma e ampliação para a construção de novas salas. Já em 2006, o edifício da Escola Municipal Santa Emília de Rodat foi integrado à escola Leônidas Santiago. Em 2008, houve outra reforma para construção de outros ambientes, melhor aproveitamento de espaço, além de melhorias quanto ao conforto dos estudantes e a estética da edificação. A reforma mais recente ocorreu em 2016, buscando melhorar os ambientes internos; houve a instalação do escovódromo, a substituição da cobertura do ginásio e de passarelas, além da adequação da escola as normas de acessibilidade. Atualmente, a escola atende a aproximadamente 800 alunos do Ensino Fundamental I, II e Educação de Jovens e Adultos.

Em 2015 segundo uma fiscalização realizada pela equipe “Raio X das Escolas”, mostrou que as salas de aula da escola apresentavam janelas de madeira e tijolos estilo cobogó, que favorecem a iluminação natural e ventilação. Foram realizadas medições da iluminância das salas utilizando um Luxímetro Digital de Alta Resolução, modelo AK308 à 75 cm do piso, sobre as carteiras, o sensor foi posicionado no centro das salas de aula, sendo constatado que a iluminação estava fora do recomendado pela Norma Brasileira (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013), que indica o índice de 300 lux para salas de aula, sendo que praticamente todas as salas apresentaram valor inferior ao recomendado.

Tabela 3 – Resumo da escola onde foi realizado o piloto

Escola Municipal de Ensino Fundamental Leônidas Santiago	Dimensões
Endereço: R Conego Vicente Pimentel, 350, Rangel. CEP: 58070-030. João Pessoa - Paraíba	Área: Aproximadamente 1994 m <sup>2</sup> Pavimentos: edificação térrea
Ano de Construção: 1973	Reforma: 2000, 2006, 2008 e 2016
 <p>Fonte: Adaptado do Google Maps, 2018.</p>	

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Com a aplicação do piloto foi observado que as turmas de 3º ano não poderiam ser parte da amostra, pois, por ser um questionário com muitas perguntas, causava ansiedade nos alunos mais novos, levando muito tempo para a aplicação dos questionários visto que houve a necessidade de parar diversas vezes as explicações das questões para esclarecer questões que ainda não haviam sido explicadas, além disso foi perceptível um maior nível de conversas paralelas o que atrapalhou a aplicação do questionário. Portanto, ficou decidido que os questionários só seriam aplicados as turmas de 4º e 5º ano, já que na turma

do 5º ano houve uma maior aceitabilidade e facilidade de forma que não tomou tanto tempo da aula quanto o que ocorreu no 3ºano.

O piloto contribuiu de forma a redefinir a amostra e para que algumas melhorias nas questões fossem realizadas, como a inserção de questões sobre o bem-estar dos alunos após às aulas.

### 3.3. Análise dos resultados

Quanto à análise, utilizou-se os diagramas de forma a facilitar a verificação, do estabelecido na NBR-8995-1 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013), do nível de iluminância no ambiente, se este se encontrava dentro dos valores, em lux, estabelecidos como adequados para uma sala de aula. Foi efetuada análise da sensação de conforto lumínico dos usuários por intermédio dos gráficos de pizza dos questionários aplicados aos mesmos.

A avaliação do estudo lumínico foi realizada utilizando-se, os resultados obtidos nas análises citadas, através de um comparativo tanto entre os dados mensurados como entre aqueles provenientes dos questionários e da observação, com o objetivo de dispor de um panorama geral, o qual permitiu a elaboração das conclusões e das diretrizes projetuais para a melhoria do conforto lumínico dos ambientes escolares avaliados.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentados os dados obtidos e analisados das escolas municipais de ensino fundamental: Leonel Brizola, Chico Xavier, e Radegundis Feitosa, as três escolas foram construídas a partir do projeto padrão e são objetos de estudo desta pesquisa. Para tal, o presente capítulo será subdividido em 4 subcapítulos: (a) a iluminância nas salas de aula; (b) a opinião dos usuários; (c) o estudo lumínico; (d) resultados das escolas analisadas; (e) sugestões projetuais.

### 4.1. A iluminância nas salas de aula

Antes de falar dos resultados encontrados é importante fazer algumas observações. Primeiramente, retomando o que foi dito no capítulo 3 sobre as normas sobre conforto, a norma vigente estabelece que os níveis de iluminância para atividades em sala de aula deve ser de 300 lux, tomando como base a norma e os valores para atividades de maior precisão, assumiu-se, portanto, que o valor aceitável seria entre 300 e 750 lux, tendo preferencialmente a possibilidade de ajuste da iluminação.

Durante as medições da iluminância nas salas de aula verificou-se as estratégias de iluminação utilizadas nas escolas analisadas:

- Todas as salas de aula possuem iluminação lateral, como estratégia de iluminação natural;
- Em todas as escolas as janelas eram basculantes, e o vidro possuía película. As janelas não eram abertas nas salas que o sistema condicionamento de ar estava funcionando, pois segundo os funcionários quando se tentava abrir uma das partes de vidro se quebrava;
- Com relação a iluminação artificial, todas as instituições de ensino apresentaram luminárias com lâmpadas fluorescentes tubulares, de sobrepor sobre à laje, as salas continham 6 lâmpadas

instaladas paralelamente a lousa, sendo que sua função é prejudicada pois não ocorre uma manutenção periódica das mesmas;

- Foi observado que a padronização de dimensionamento, materiais, foram respeitados, assim como a altura dos peitoris das janelas foram mantidos.

#### 4.1.1. Governador Leonel Brizola

Analisando a Tabela 4, no qual foram sintetizados os dados das medições das salas de aula do 4º e 5º ano (ver localização das salas no Apêndice G), observou-se que a sala do 4º ano apresentou um desempenho superior a sala do 5º ano, confirmando o que foi verificado nas observações realizadas *in loco*.

Tabela 4 – Média em lux de cada ponto de medição da escola A.

Ambiente	Intervalo de medição	Próximo a janela			Linha central da sala			Distante da janela		
		9637	9638	9639	9643	9644	9645	9646	9647	9648
Sala 4ºano	8 min	296,96	251,28	307,40	250,88	264,97	289,56	208,94	206,21	218,51
Sala 5ºano	6 min	201,14	190,60	287,21	115,12	121,24	126,26	85,53	96,80	103,33

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Percebe-se que com o céu claro com algumas nuvens como se encontrava no dia da medição e pode ser observado na Figura 17, nas iluminâncias médias registradas na sala do 4ºano apenas um dos pontos próximo a janela atendeu aos níveis exigidos pela norma para tarefas de média precisão, os demais pontos apresentaram valores médios inferiores a 300 lux. Quanto a sala do 5º ano, dentro do intervalo de 6 minutos que foi realizada a medição nenhum ponto atingiu o nível exigido.

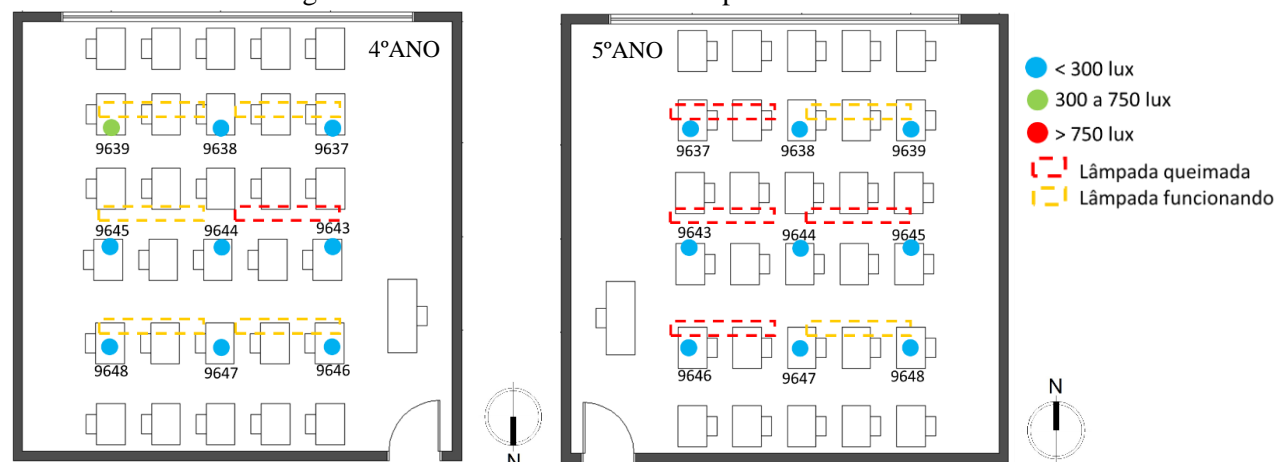
Figura 17 – Foto com lente olho de peixe da situação do céu no dia da medição da escola A.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Além disso, observando os valores máximos e mínimos registrados, foi possível identificar que na sala do 4º ano existe uma uniformidade nos valores encontrados na distribuição da iluminação, enquanto que na sala do 5º ano foram encontrados valores divergentes com uma diferença de até 212 lux. Ou seja, analisando ponto a ponto, vemos que ambas as salas não se encontram dentro da norma.

Figura 18 – Nível de iluminância dos pontos da escola A.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.



#### 4.1.2. Chico Xavier

Na Escola Municipal de Ensino Fundamental Chico Xavier, as duas salas analisadas eram destinadas as aulas das turmas do 5º ano. As duas salas apresentam as esquadrias voltadas para o Norte, porém a primeira sala demonstrou um melhor desempenho lumínico do que a sala 2. No dia das medições o céu estava claro, como é possível observar na Figura 19.

Figura 19 – Foto com lente olho de peixe da situação do céu no dia da medição da escola B.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Os dados registrados mostram que a iluminância média da sala 1 se encontrava dentro dos níveis exigidos pela norma. Porém, a sala 2 apresentou a maioria das médias de cada ponto acima de 650 lux, e uma média geral de 769 lux, o que ultrapassa muito o valor de 300 lux exigido, os valores médios dos pontos pode ser observado na Tabela 5.

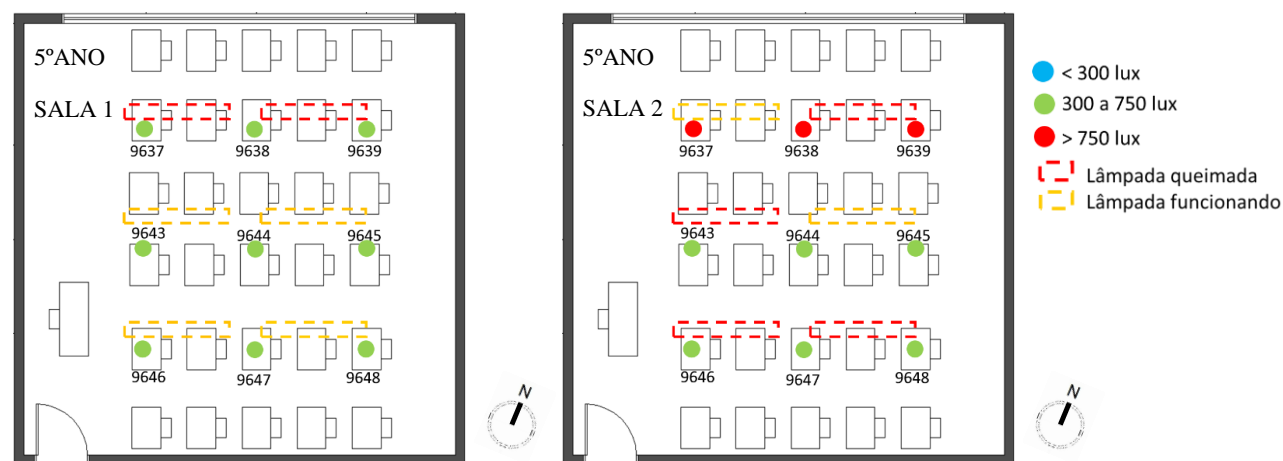
Tabela 5 – Média em lux de cada ponto de medição da escola B.

Ambiente	Intervalo de medição	Próximo a janela			Linha central da sala			Distante da janela		
		9637	9638	9639	9643	9644	9645	9646	9647	9648
Sala 1	15 min	597,46	506,64	554,17	421,28	389,98	378,19	336,59	322,32	313,23
Sala 2	15 min	1227,10	1105,54	1202,92	656,65	643,68	671,97	464,10	462,83	487,13

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Observando os valores máximos e mínimos obtidos (Ver Apêndice E), é possível afirmar que nas duas salas não existe uniformidade na distribuição da iluminação, e a sala 2 foi a que apresentou maiores discrepâncias, sendo a maior diferença encontrada de 1070 lux.

Figura 20 – Nível de iluminância dos pontos da escola B.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

### 4.1.3. Radegundis Feitosa

Na Escola Radegundis Feitosa as medições ocorreram no dia 03 e 04 de setembro de 2018, nesses dias a condição do céu estava parcialmente nublado, como pode ser observado na Figura 21.

Figura 21 – Foto com lente olho de peixe da situação do céu no dia 03 e 04 de setembro, respectivamente, da escola C



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Na sala do 4º ano foi observado que todos os dados estavam entre 300 e 500 lux, esta faixa se enquadra dentro dos valores para atividades de baixa e alta precisão determinada pela norma, com o máximo de 491 lux e mínimo de 302 lux. Já a sala do 5º ano apresentou dados dentro do intervalo de 150 e 320 lux, porém na maior parte do tempo se manteve abaixo de 300 lux.

Tabela 6 – Média em lux de cada ponto de medição da escola C.

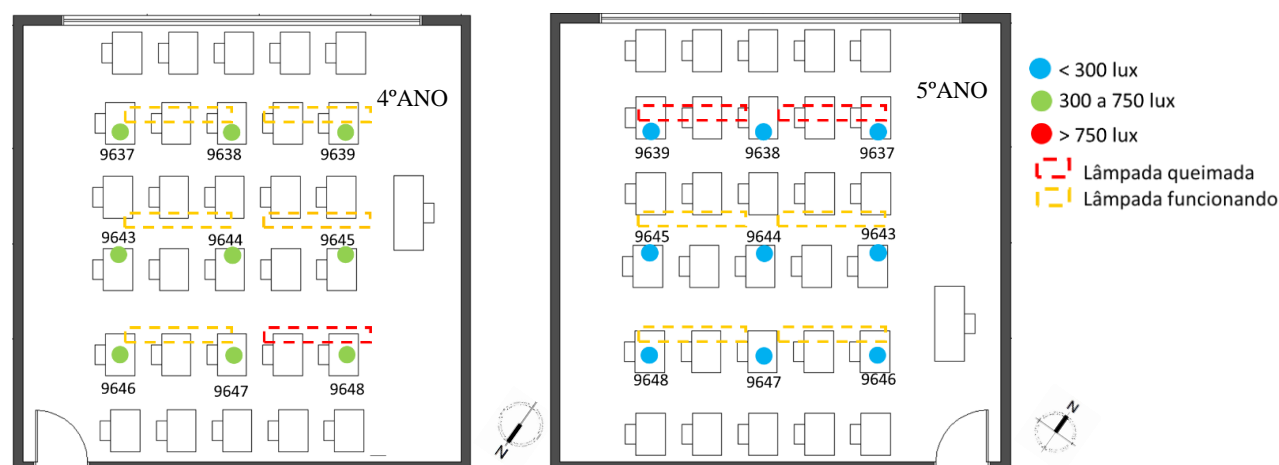
Ambiente	Intervalo de medição	Próximo a janela			Linha central da sala			Distante da janela		
		9637	9638	9639	9643	9644	9645	9646	9647	9648
Sala 4ºano	11 min	421,09	355,96	412,18	436,93	404,34	407,19	409,26	377,25	350,25

Sala 5ºano	09 min	258,62	201,37	182,71	244,20	212,63	187,55	241,26	210,75	182,60
------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

As duas salas apresentaram aparente uniformidade, ou seja, sem grandes diferenças entre os pontos, porém apenas a sala do 4º ano apresentou todos os pontos dentro do valor recomendado e no 5º ano todos os pontos estiveram quase todo o tempo de medição abaixo 300, como é possível observar na Figura 22.

Figura 22 – Nível de iluminância dos pontos da escola C.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

#### 4.2. A opinião dos usuários

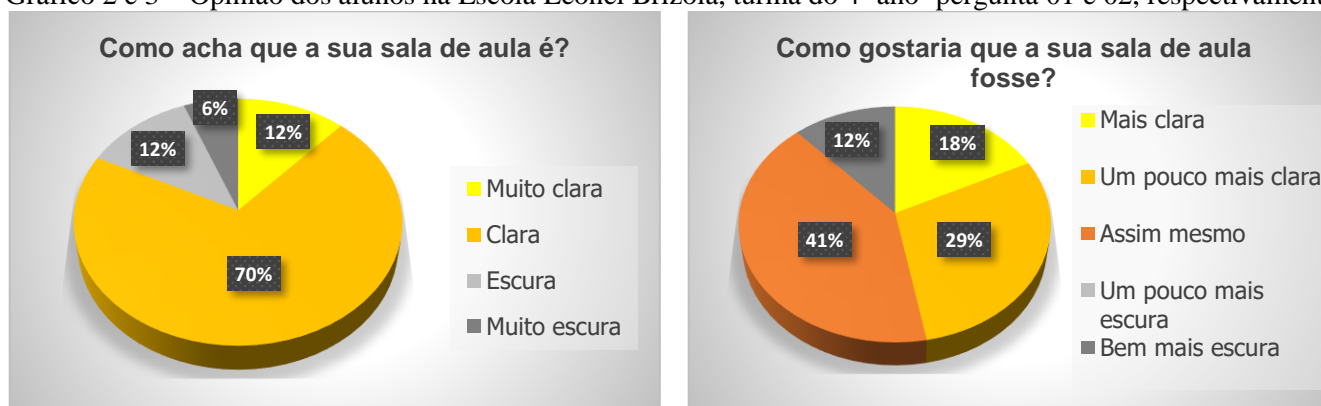
Em relação a análise qualitativa do conforto lumínico, esta foi realizada através da aplicação de questionários para os alunos e professores. O questionário dos alunos buscou aferir a opinião deles como usuários em relação à qualidade da iluminação da sala de aula, se o aluno possuía algum problema de

vista, se após a aula sentiam algum sintoma que pudesse ser relacionado a uma má qualidade de iluminação ou a algum problema de vista não diagnosticado. Quanto ao questionário dos professores, este buscou identificar rotinas relacionadas a como o professor identifica a situação da iluminação na sala de aula, se é realizado algum ajuste para melhoria do conforto lumínico e se ele percebe algum outro problema relacionado a iluminação.

#### 4.2.1. Governador Leonel Brizola

Na turma do 4º ano da escola municipal Leonel Brizola foram aplicados 17 questionários no dia 21 de agosto de 2018, a turma consistia em 13 meninos e 4 meninas, e nenhum dos alunos usavam óculos. Nas primeiras questões relacionadas ao conforto lumínico geral da sala, verificou-se, conforme o Gráfico 02, um consenso dos alunos na questão de como acham que a sala de aula é, onde 70% consideraram clara e os demais em sua maioria muito clara e muito escura. Na questão sobre como gostaria que fosse a sala as opiniões variaram, onde 41% gosta assim mesmo, 29% prefere um pouco mais clara, 18% mais clara e 12% mais escura.

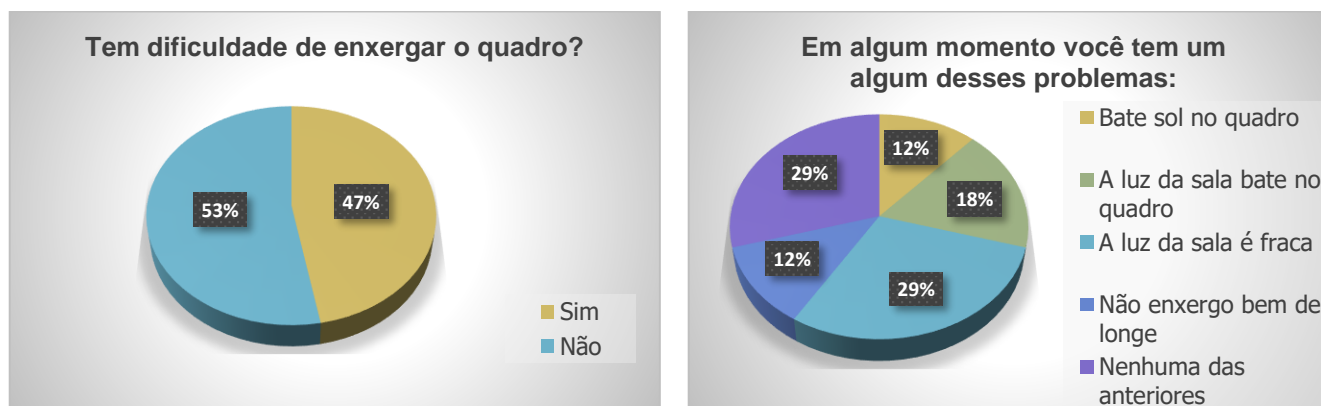
Gráfico 2 e 3 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano- pergunta 01 e 02, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Em relação as perguntas quanto a visualização e leitura de textos no quadro, 53% dos alunos disseram não ter nenhum problema em nenhum momento, enquanto 47% relataram ter algum problema para enxergar textos no quadro, dentre os principais problemas declarados temos que: 29% marcou que a luz da sala é fraca, 18% que a luz da sala bate no quadro, 12% que o sol bate no quadro, 12% que não enxergam bem de longe e 29% declararam não ter nenhum problema.

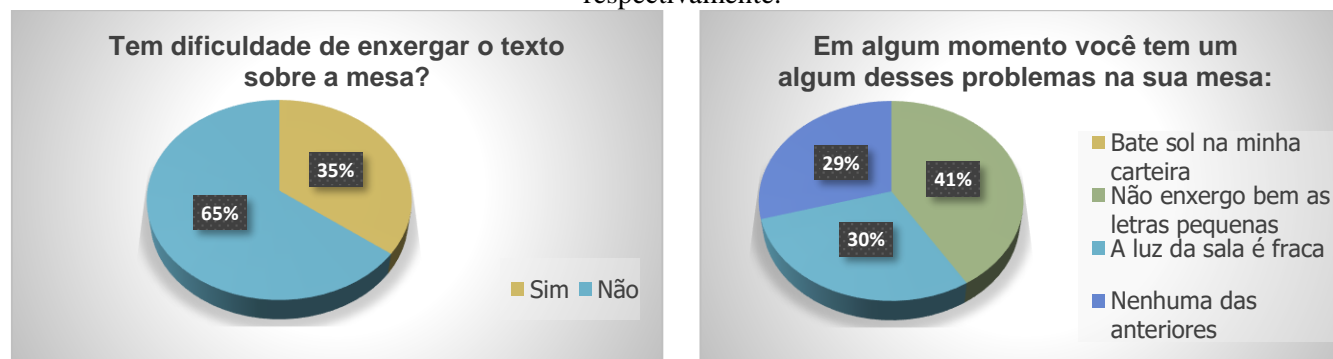
Gráfico 4 e 5 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano- pergunta 03 e 04, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

A respeito da mesa individual (carteira), apenas 35% disseram ter alguma dificuldade de enxergar textos sobre a mesa e 65% que não tinham nenhuma dificuldade, assim como podemos observar no Gráfico 06. Quanto aos problemas identificados em relação a mesa, 41% disse não enxergar letras pequenas, 30% que a luz da sala é fraca e 29% que não tem nenhum problema.

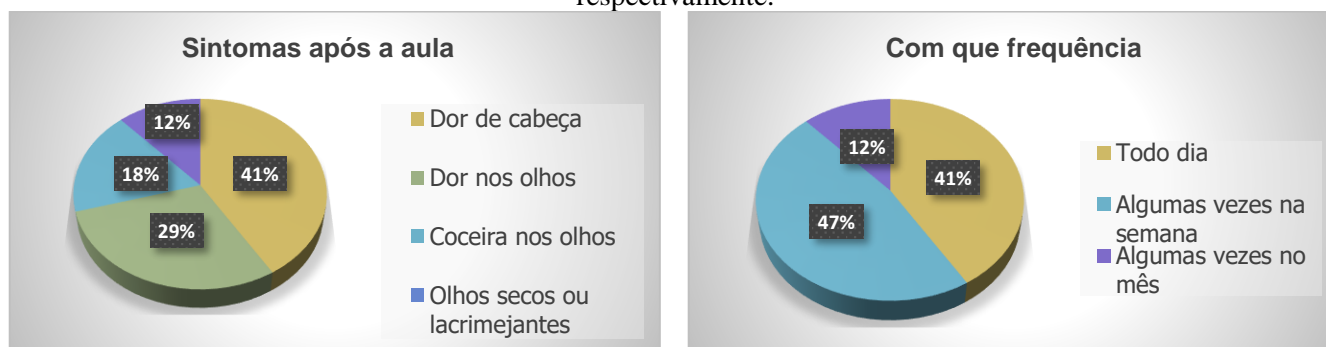
Gráfico 6 e 7 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano - pergunta 05 e 06, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Em relação a sintomas sentidos por eles após a aula todos os alunos disseram sentir algum sintoma, sendo que: 41% da sala relatou sentir dor de cabeça, 29% sente dor nos olhos, 18% sente coceira nos olhos e 12% sente enjoo, tais dados podem ser observados no Gráfico 8. Quanto a frequência em que esses sintomas aparecem, a maioria declarou que ocorre algumas vezes na semana, 41% que ocorre todo dia e apenas 12 % que ocorre algumas vezes no mês (Ver Gráfico 9).

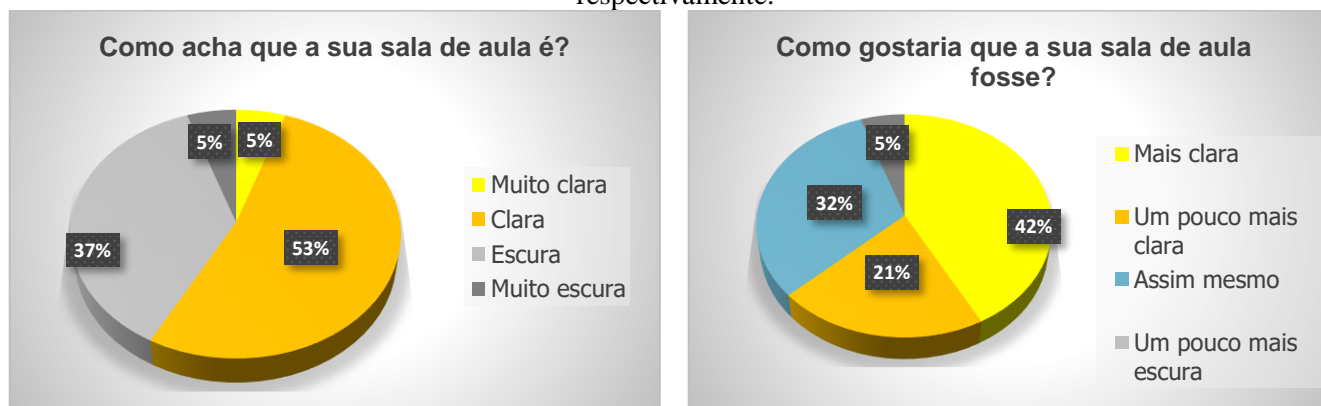
Gráfico 8 e 9 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 4º ano - pergunta 07 e 08, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

A turma do 5º ano, 19 alunos responderam ao questionário, destes 07 eram meninas e 12 eram meninos entre 9 e 14 anos de idade, sendo que 5 usavam óculos. Desta turma, 53% dos alunos, ou seja, a maioria, disse que a sua sala de aula é clara, 37 % que a sala é escura, 5% que é muito clara e os outros 5 % que é muito escura (Ver Gráfico 10). Na questão de como eles gostariam que a sua sala de aula fosse a maioria, com 42% dos alunos, declarou que preferia que fosse mais clara, 32% que gostam da forma que está, 21% que gostaria que fosse um pouco mais clara e 5% que fosse bem mais escura (Ver Gráfico 11).

Gráfico 10 e 11 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano - pergunta 01 e 02, respectivamente.

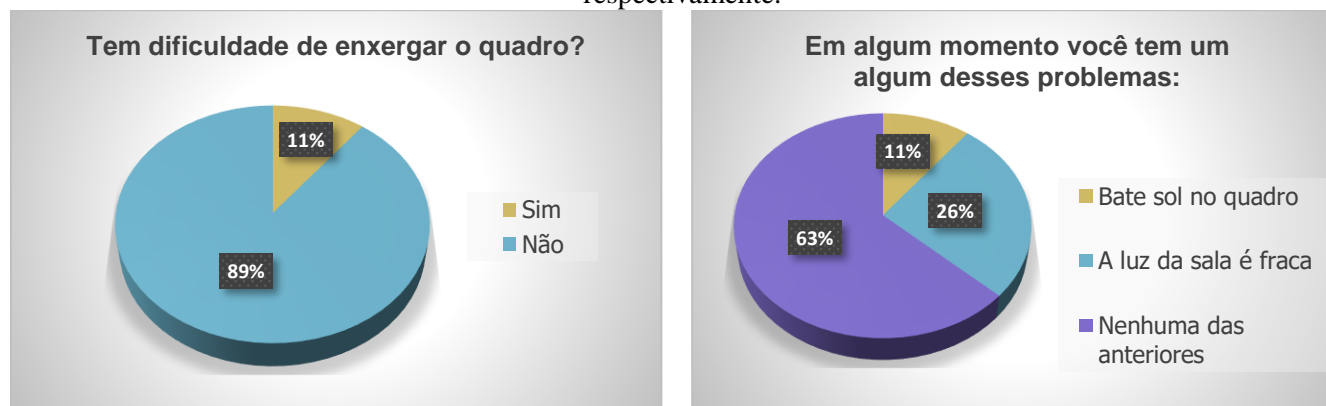


Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Em relação a dificuldade de enxergar o quadro, 89% dos alunos disseram não possuir dificuldade e apenas 11% disseram ter alguma dificuldade. Dentre os problemas encontrados, 26% da turma marcou que a luz da sala é fraca e 11% que bate sol no quadro (Ver Gráficos 12 e 13).



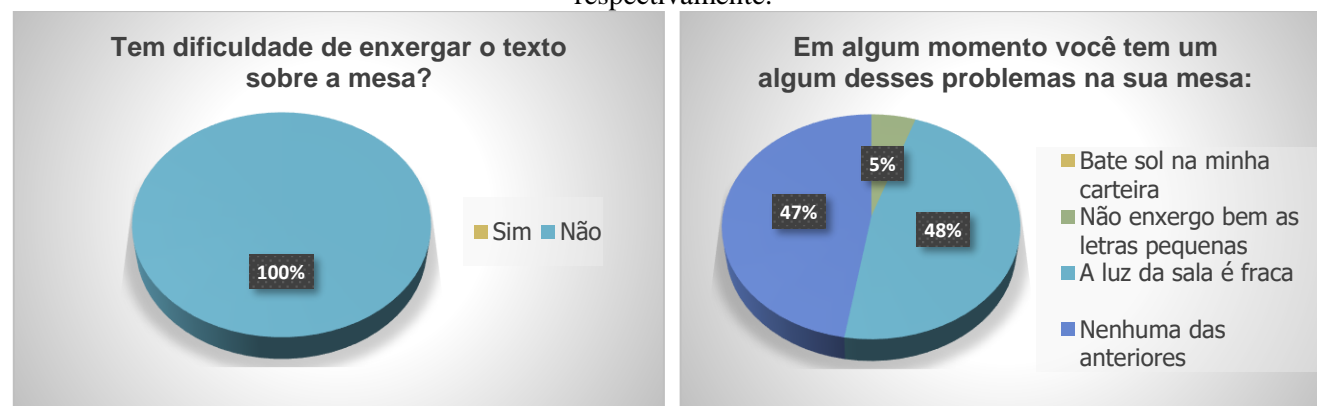
Gráfico 12 e 13 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano - pergunta 03 e 04, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Nenhum dos alunos relatou ter dificuldade de enxergar o texto sobre a mesa, como se pode observar no Gráfico 14, porém 48% dos mesmos disseram que a luz é fraca, 47% não identificou nenhum problema e 5% disseram que não enxerga bem as letras pequenas, como mostra o Gráfico 15.

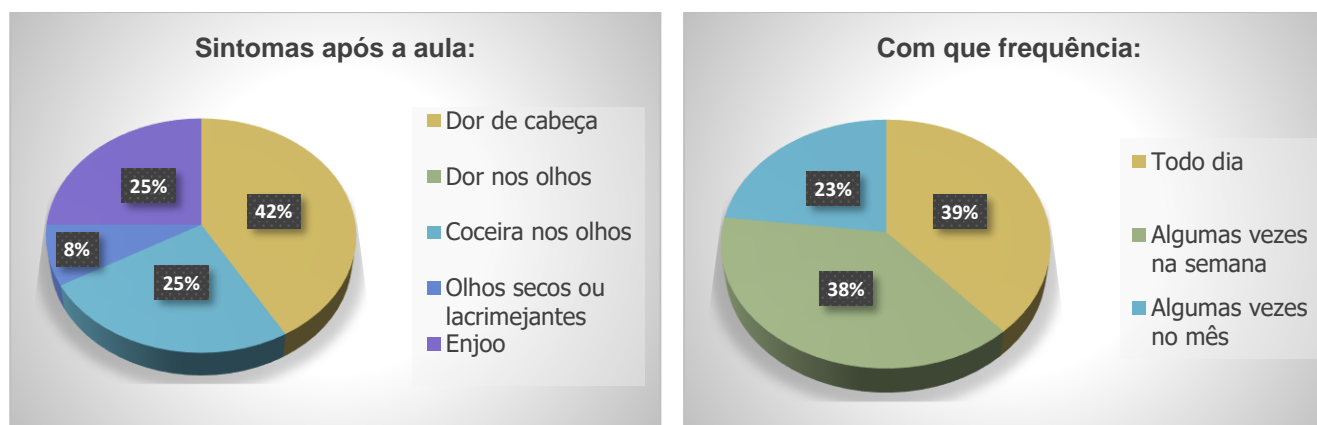
Gráfico 14 e 15 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano - pergunta 05 e 06, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Já em relação aos sintomas sentidos após a aula, 13 alunos disseram sentir algum deles, dentre eles 42% afirmaram sentir dor de cabeça após a aula, 25% que sentem coceira nos olhos, 25% sente enjojo e 8 % sente enjojo (Ver Gráfico 16). Dos alunos que relataram algum sintoma, 39 % deles sente todo dia, 38% algumas vezes na semana e 23% algumas vezes no mês, como pode ser observado no Gráfico 17.

Gráfico 16 e 17 – Opinião dos alunos na Escola Leonel Brizola, turma do 5º ano - pergunta 07 e 08, respectivamente.

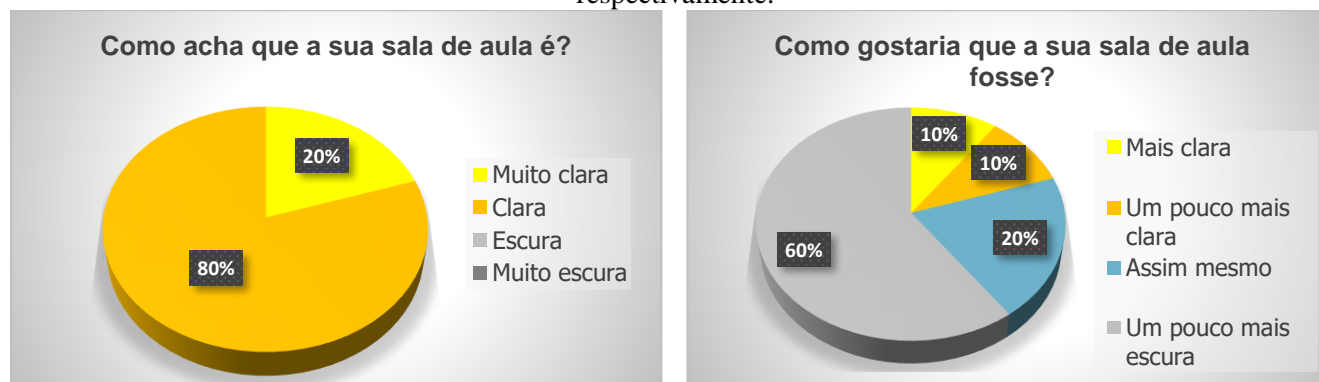


Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

#### 4.2.2. Chico Xavier

Na escola Municipal Chico Xavier na sala 01 do 5º ano - A, foram aplicados 10 questionários no dia 27 de agosto de 2018, a turma consistia em 03 meninos e 07 meninas, e apenas uma aluna usa óculos. Na primeira questão, foi averiguado que 80% dos alunos acham a sala clara e 20 % acha que a sua sala de aula é muito clara, conforme o Gráfico 18. Já na segunda, 60% dos alunos afirmaram que gostariam que sua sala de aula fosse um pouco mais escura, 20% disse que gosta como está, 10% gostaria que fosse um pouco mais clara e 10% gostaria que fosse mais clara (Ver Gráfico 19).

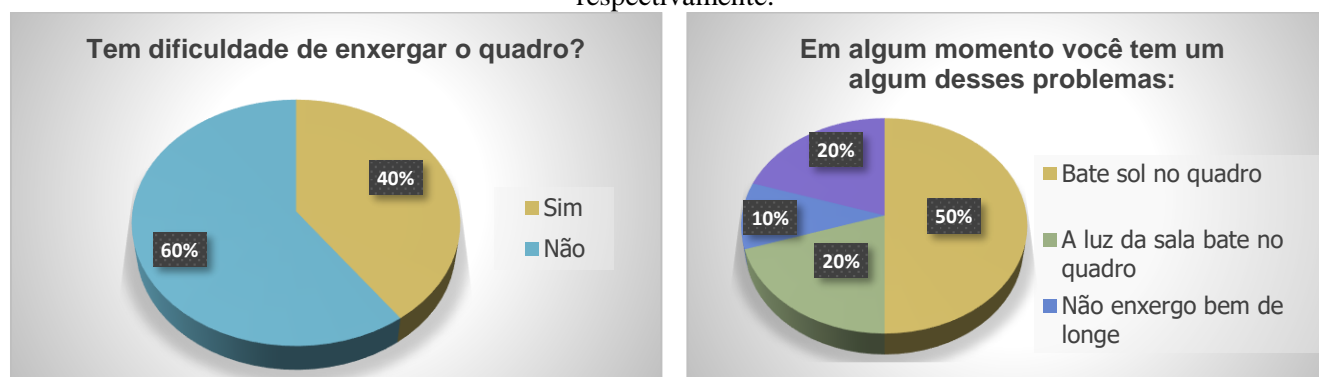
Gráfico 18 e 19 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01 - pergunta 01 e 02, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

A respeito da dificuldade de enxergar o quadro, 60% da turma afirmou não ter dificuldade e 40% disse ter alguma dificuldade. Em relação aos problemas para enxergar os textos no quadro, 50% dos alunos disseram que a luz do sol bate no quadro, 20% disseram que a luz da sala bate no quadro, 20% não identificou nenhum problema, e 10% disseram que não enxergam bem de longe (Ver Gráficos 20 e 21).

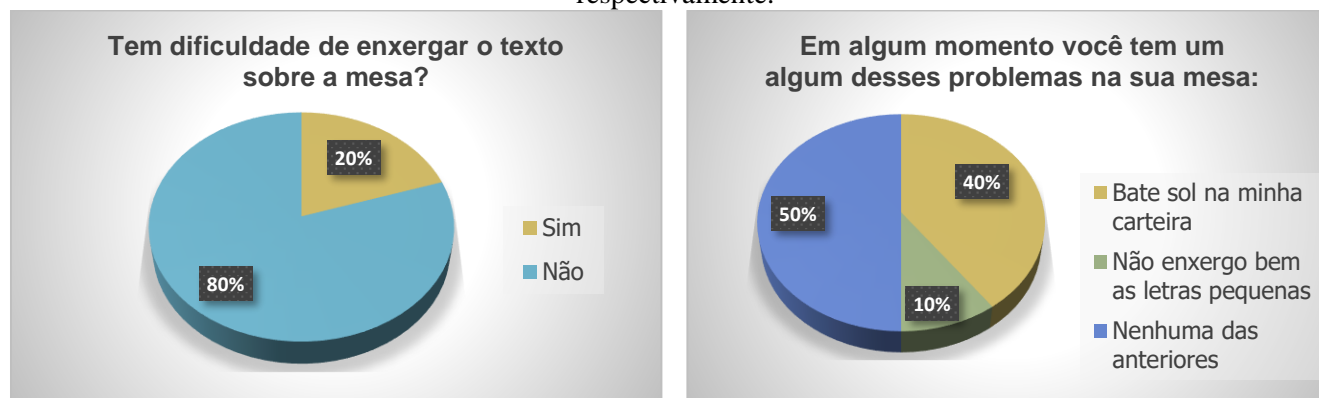
Gráfico 20 e 21 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01 - pergunta 03 e 04, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Quanto a dificuldade de enxergar os textos sobre a mesa apenas 20% dos alunos afirmou ter dificuldade enquanto 80% disseram não ter dificuldade (Ver Gráfico 22). Em relação aos problemas identificados para leitura sobre a mesa, 50% dos alunos disseram não ter nenhum problema, 40% que bate sol na sua carteira e 10% não enxerga bem as letras pequenas, conforme pode ser observado no Gráfico 23.

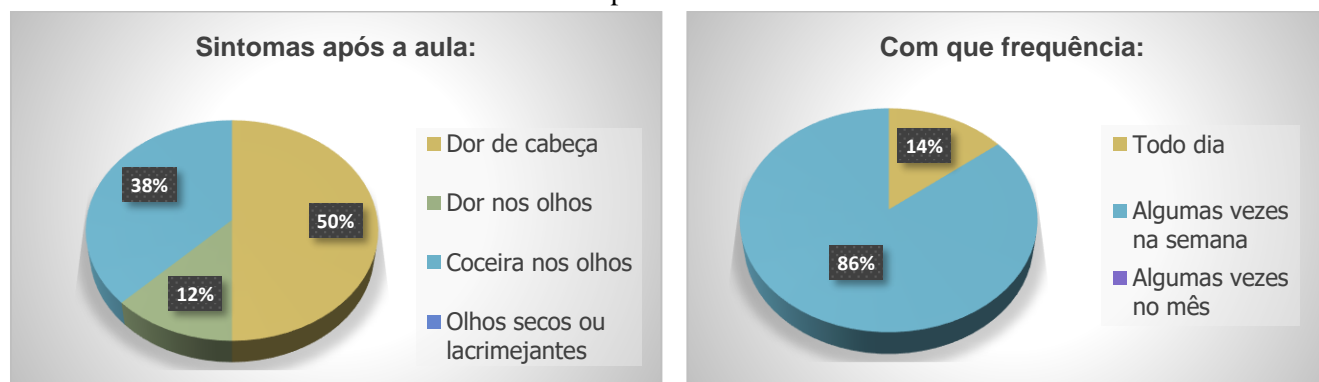
Gráfico 22 e 23 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01 - pergunta 05 e 06, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Em relação aos sintomas sentidos pelos alunos após a aula, 8 (oito) dos alunos relataram sentir algum deles, sendo que 50% dos alunos sentem dor de cabeça, 38% coceira nos olhos e 12% dor nos olhos, conforme o Gráfico 24. A respeito da frequência em que os sintomas acontecem, 86% dos alunos afirmaram que ocorre algumas vezes na semana e 14% que os sintomas acontecem todo dia (Ver Gráfico 25).

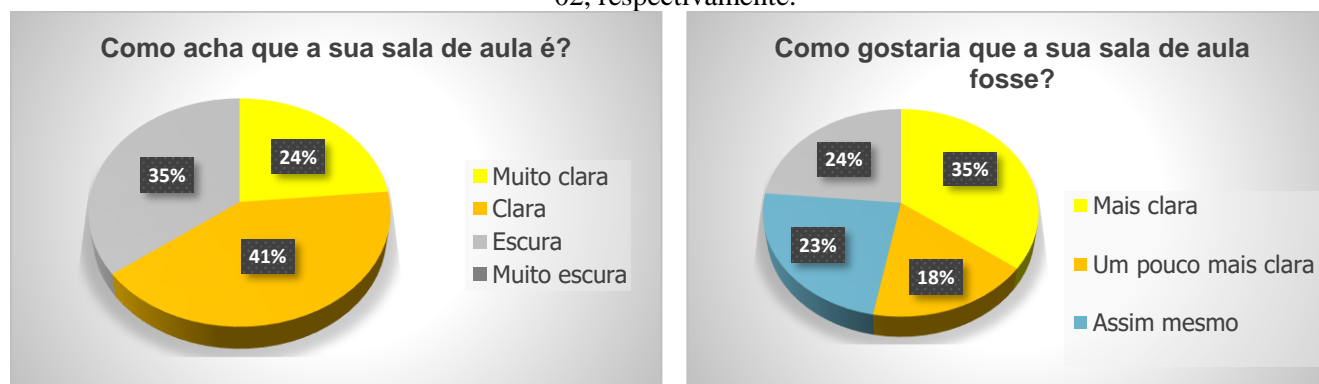
Gráfico 24 e 25 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 01 - pergunta 07 e 08, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Na segunda sala da turma foram aplicados os questionários para duas turmas, o 5º ano C e o 5º ano B. No 5º ano C foram aplicados 17 questionários, dos alunos que responderam 10 são meninas e 07 são meninos, os alunos tem entre 10 e 14 anos de idade e três usam óculos. Nas questões a respeito da iluminação da sala, 41% dos alunos acham que a sala de aula é clara, 35% acham que é escura e 24% acham que é muito clara, como podemos observar no Gráfico 26. A respeito de como gostariam que fosse a sala de aula, 35% disseram que preferiam que fosse mais clara, 24% um pouco mais escura, 23% assim mesmo e 18% que fosse um pouco mais clara (Ver Gráfico 27).

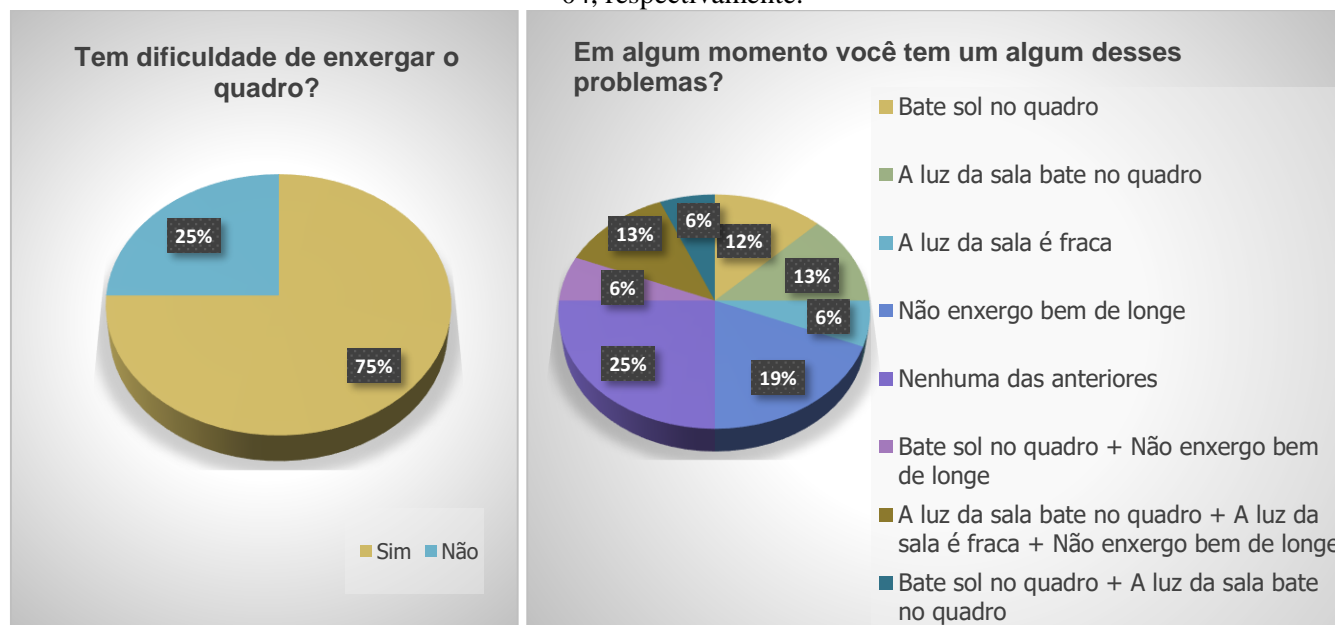
Gráfico 26 e 27 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 02 - 1ª turma - pergunta 01 e 02, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Quanto a questão sobre ter dificuldade em enxergar o quadro, 75% da turma afirmou ter dificuldade, enquanto que apenas 25% da turma afirmou não ter, como mostra o Gráfico 28. Na questão sobre os problemas para leitura de textos no quadro que eles identificam, 25% disse não ter nenhum problema, 19% que não enxerga bem de longe, 13% que a luz da sala bate no quadro, 13% que a luz do quadro é fraca e bate no quadro e que não enxerga bem de longe, 12% que bate sol no quadro, 6% que a luz da sala é fraca, 6% que bate sol no quadro e não enxerga bem de longe, e 6% disseram que bate tanto a luz do sol quanto da sala no quadro (Ver Gráfico 29).

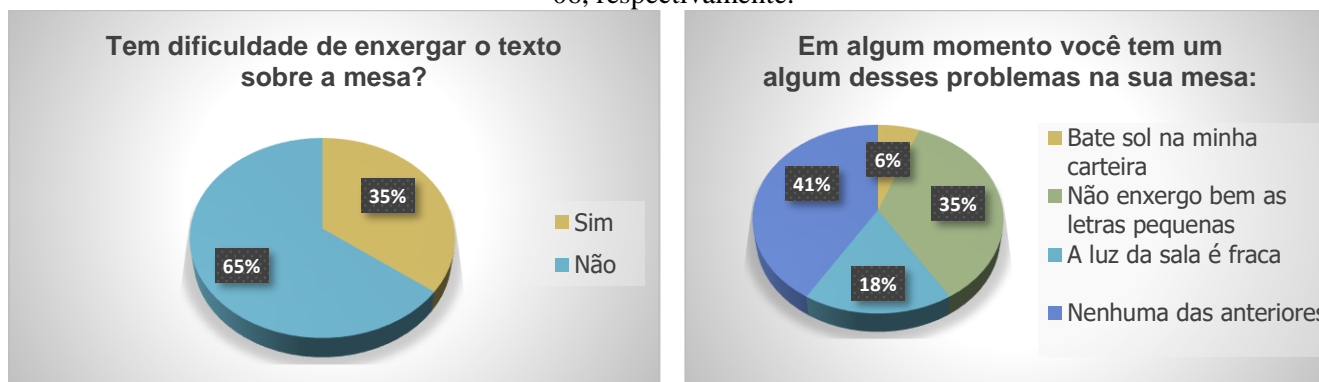
Gráfico 28 e 29 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 02 - 1ª turma- pergunta 03 e 04, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Já a respeito da dificuldade de enxergar o texto sobre a mesa, 65% disseram não ter dificuldade, enquanto que 35% disse ter alguma dificuldade (Ver Gráfico 30). Quanto aos problemas relatados 41% dos alunos disse não ter nenhum problema em sua mesa, 35% disse não enxergar bem as letras pequenas, 18% que a luz da sala é fraca e 6% disseram que bate sol na sua carteira, como podemos observar no Gráfico 31.

Gráfico 30 e 31 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 02 - 1ª turma- pergunta 05 e 06, respectivamente.

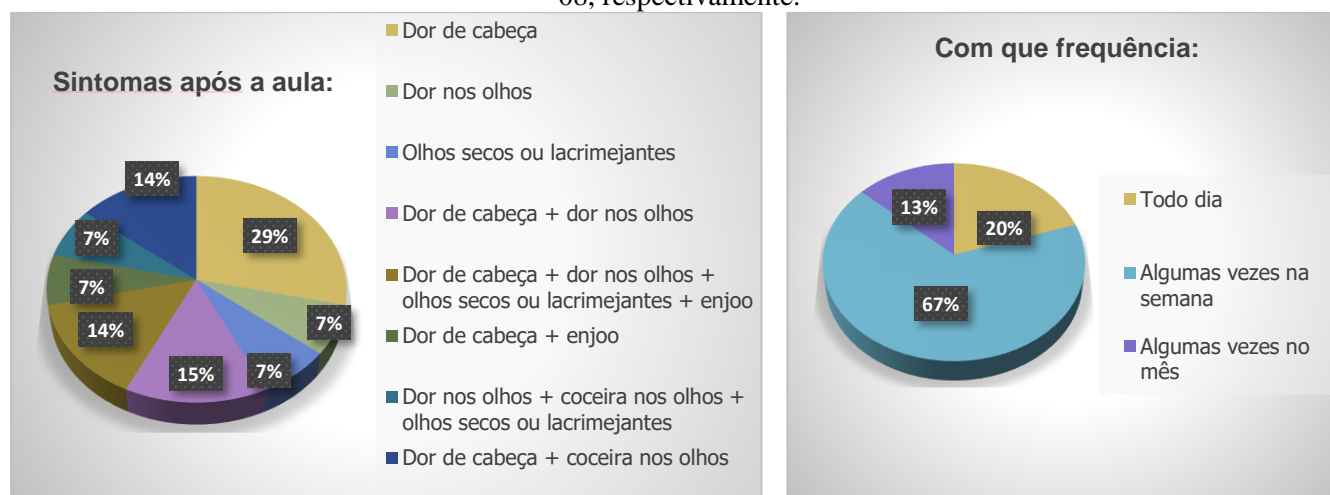


Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Na questão relativa aos sintomas sentidos após a aula, quinze dos dezessete alunos relataram ter algum sintoma, dentre os sintomas assinalados, 29% declarou sentir dor de cabeça, 15% sentem dor de cabeça e dor nos olhos, 14% sentem dor de cabeça e coceira nos olhos, 14% sentem dor de cabeça, dor nos olhos, olhos secos ou lacrimejantes e enjoo, 7% sentem os olhos doloridos, coçando, e secos ou lacrimejantes, 7% sentem dor nos olhos, 7% sentem olhos secos ou lacrimejantes e 7% dor de cabeça e enjoo, os dados podem ser observados no Gráfico 31. Quando a frequência dos sintomas, 67% dos alunos disseram ocorrer algumas vezes na semana, 20% todo dia e 13% algumas vezes no mês (Ver Gráficos 32 e 33).



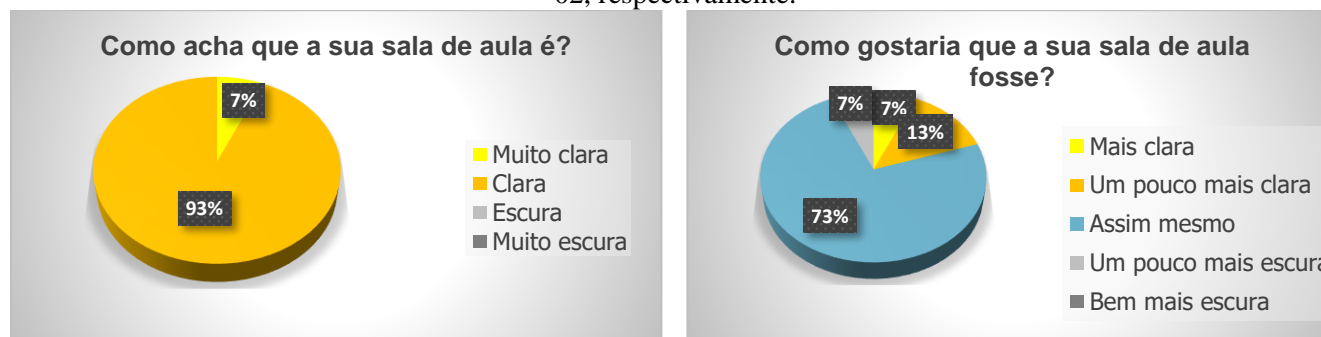
Gráfico 32 e 33 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 02 - 1ª turma- pergunta 07 e 08, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

A segunda turma da mesma sala que corresponde ao 5º ano B, foram aplicados 15 questionários, sendo considerado apenas 14, pois um dos alunos saiu da sala antes de finalizar. Dos alunos que responderam ao questionário quatro são meninas e dez são meninos, os alunos tem entre 10 e 13 anos de idade e quatro usam óculos. No que diz respeito a primeira questão sobre a opinião dos alunos a respeito da sala de aula, 93% acha que ela é clara e 7% acha que é muito clara (Ver Gráfico 34). Sobre como gostariam que fosse a sala de aula, 73% marcaram que gostam como está, 13% que gostariam um pouco mais clara, 7% mais clara e 7% um pouco mais escura, com pode-se observar no Gráfico 35.

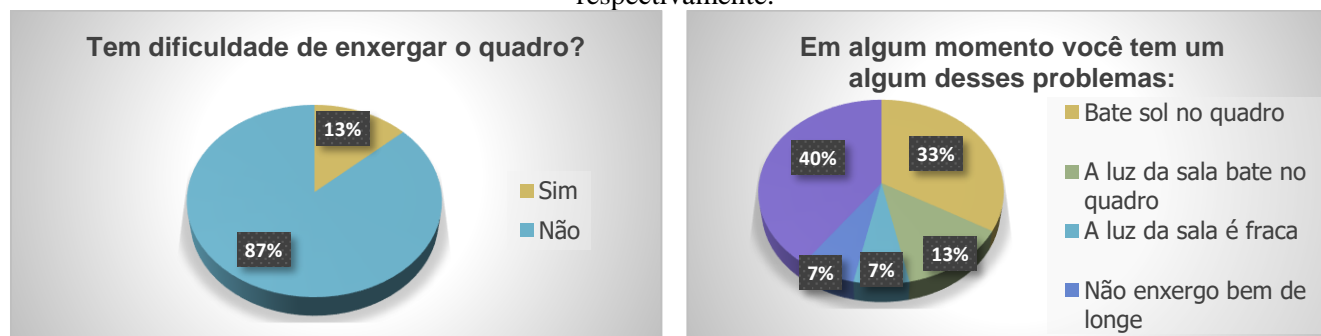
Gráfico 34 e 35 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 02 - 2ª turma- pergunta 01 e 02, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Em relação a dificuldade de enxergar o quadro, 87% dos alunos indicaram não ter dificuldade e 13% indicou ter dificuldade. Dos problemas relatados em relação ao quadro, 40% dos alunos disseram não ter nenhum problema, 33% que bate sol no quadro, 13% a luz da sala bate no quadro, 7% que a luz da sala é fraca e 7% disseram que não enxergam bem de longe, os dados podem ser observados nos Gráficos 36 e 37.

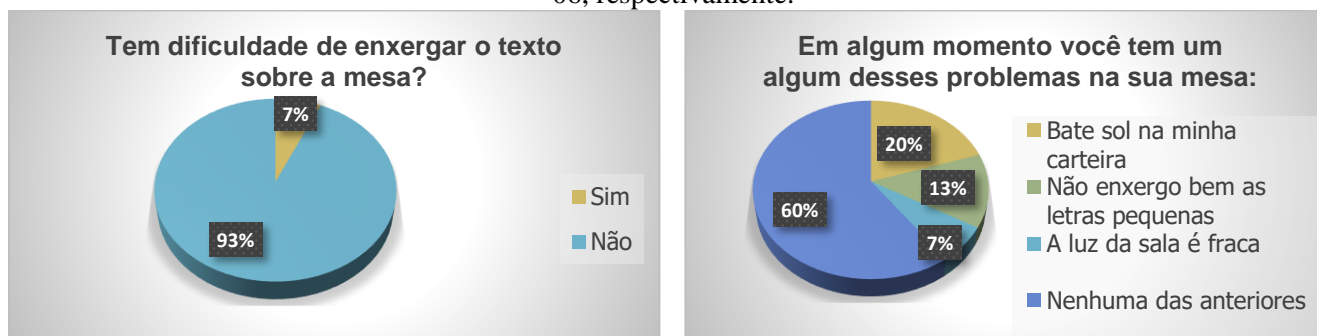
Gráfico 36 e 37 – Opinião dos alunos na Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 02 - 2ª turma- pergunta 03 e 04, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Já a respeito da dificuldade em enxergar o texto sobre a mesa 93% marcou que não possui dificuldade e 7% que possui dificuldade (Ver Gráfico 38). Dos problemas que ocorrem em algum momento na mesa, 60% identificou que não tem problemas, 20% que bate sol na carteira, 13% que não enxergam bem as letras pequenas e 7% acha que a luz da sala é fraca e atrapalha as atividades realizadas na mesa, como pode ser observado no Gráfico 39.

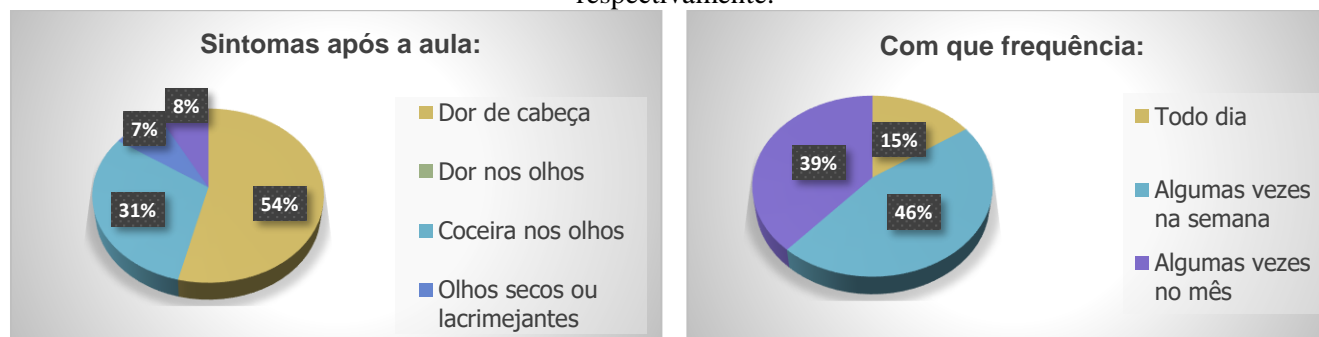
Gráfico 38 e 39 – Opinião dos alunos na Escola Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 02 - 2ª turma- pergunta 05 e 06, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Quanto aos sintomas que os alunos sentem após a aula, apenas dois alunos disseram não sentir nada após a aula. Dos que marcaram ter algum sintoma, 54% disseram apresentar dor de cabeça, 31% apresentam coceira nos olhos, 8% apresentam enjoo e 7% apresentam olhos secos ou lacrimejantes. Sobre a frequência em que ocorrem estes sintomas, 46% dos alunos disseram que ocorre algumas vezes na semana, 39% que ocorre algumas vezes no mês e 15% que ocorre todos os dias (Ver Gráficos 40 e 41).

Gráfico 40 e 41 – Opinião dos alunos na Chico Xavier, turma do 5º ano, sala 02 - 2ª turma- pergunta 07 e 08, respectivamente.

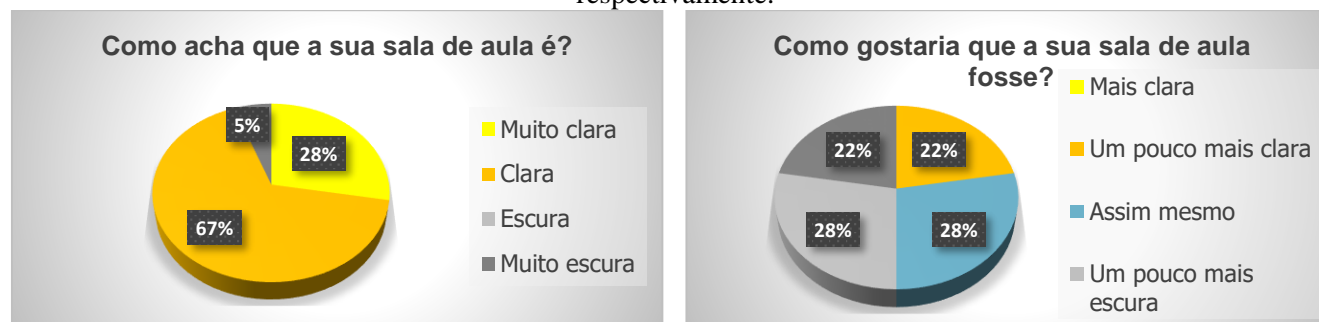


Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

#### 4.2.3. Radegundis Feitosa

Na Escola Municipal Radegundis Feitosa, os questionários foram aplicados nas turmas do 4º ano e do 5º ano no dia 04 de setembro de 2018. Na turma do 4º ano haviam 18 alunos, sendo 5 meninas e 13 meninos, entre 9 e 11 anos de idade, e destes dois usam óculos. A respeito da primeira pergunta 67% dos alunos responderam que acham que a sua sala de aula é clara, 28% acham que é muito clara e 5% acham que é muito escura (Ver Gráfico 42). Sobre como eles gostariam que fosse, 28% assinalou que gosta da forma que está, 28% que gostaria que fosse um pouco mais escura, 22% que fosse bem mais escura e 22% que fosse um pouco mais clara, tais dados podem ser observados no Gráfico 43.

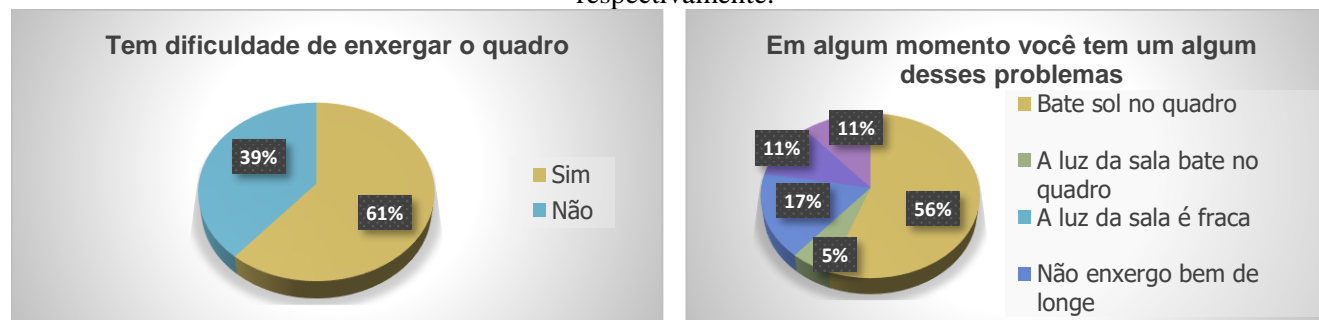
Gráfico 42 e 43 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano- pergunta 01 e 02, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Em relação a opinião deles sobre o quadro, 61% indicou que possui dificuldade em enxergar o quadro, enquanto 39% indicou não ter dificuldade de enxergar o mesmo. Dos problemas por eles identificados em relação ao quadro, 58% dos alunos disseram que bate sol no quadro, 17% que não enxerga bem de longe, 11% que bate sol no quadro e não enxerga bem de longe, 11% que não apresenta problemas, e 5% que a luz da sala bate no quadro, como pode ser observados nos Gráficos 44 e 45.

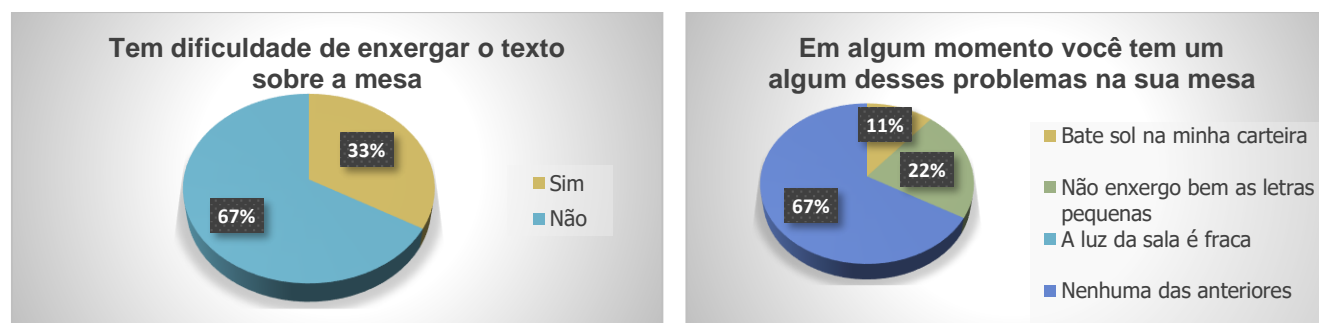
Gráfico 44 e 45 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano- pergunta 03 e 04, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Já sobre a dificuldade em enxergar o texto sobre a mesa, 67% dos alunos afirmaram não ter dificuldade e 33% que possuem dificuldade (Ver Gráfico 46). Em relação aos problemas que eles identificaram, 67% disseram não ter nenhum problema, 22% que não enxerga bem as letras pequenas e 11% que bate sol na sua carteira, como pode-se observar no Gráfico 47.

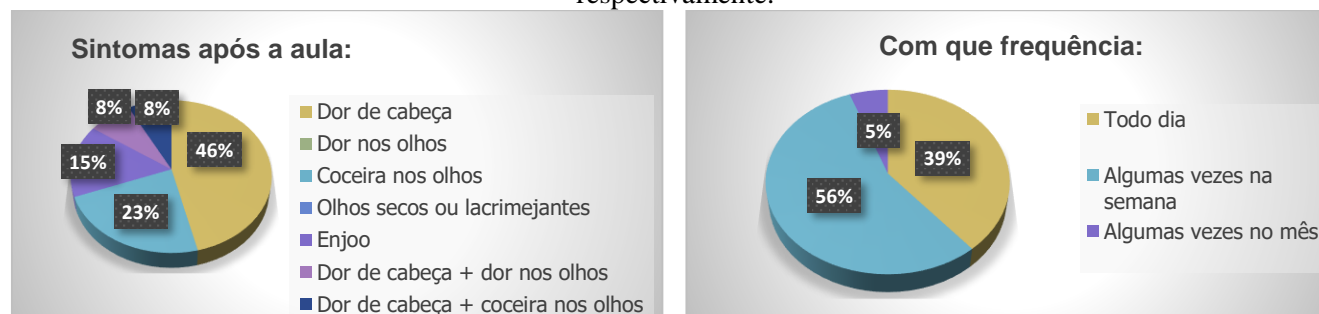
Gráfico 46 e 47 – Opinião dos alunos sobre a iluminação na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano- pergunta 05 e 06, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

A respeito dos sintomas sentidos após a aula, todos os alunos responderam sentir algum dos sintomas apontados, 46% deles marcaram sentir dor de cabeça após a aula, 23% sentem coceira nos olhos, 15% sentem enjoo, 8% sentem dor de cabeça e dor nos olhos e 8% sentem dor de cabeça e coceira nos olhos. Quanto a frequência destes sintomas, 56% disseram que ocorre algumas vezes na semana, 39% que ocorre todos os dias e 5% que ocorre algumas vezes no mês (Ver Gráficos 48 e 49).

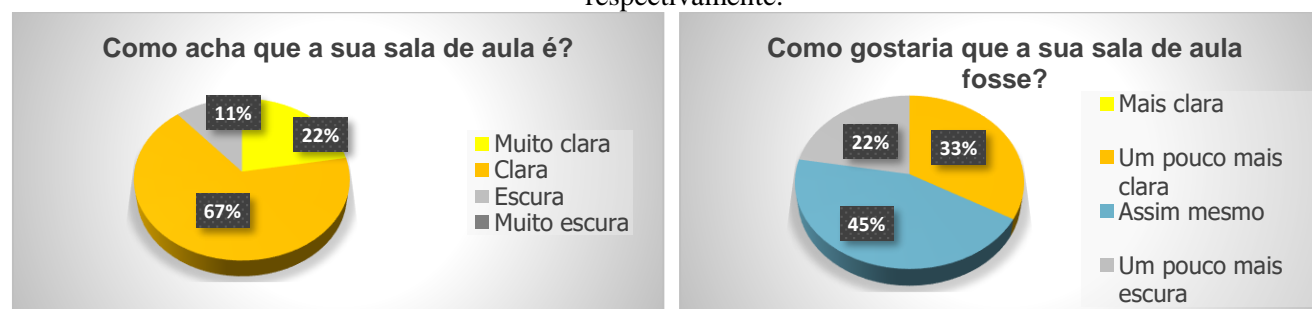
Gráfico 48 e 49 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 4º ano- pergunta 07 e 08, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Na turma do 5º ano da Escola Municipal Radegundis Feitosa, 18 alunos responderam ao questionário, destes 10 eram meninas e 8 eram meninos, entre 9 e 12 anos de idade, sendo que 5 usavam óculos. Na pergunta a respeito de como eles acham que a sala de aula é, 67% disseram que acha que é clara, 22% que acham que é muito clara e 11% acham que é escura. Já em relação a como eles gostariam que a sua sala de aula fosse a maioria, com 45% dos alunos, declarou que gostam da forma que está, 33% que gostariam que fosse um pouco mais clara e 22% que fosse um pouco mais escura (Ver Gráficos 50 e 51).

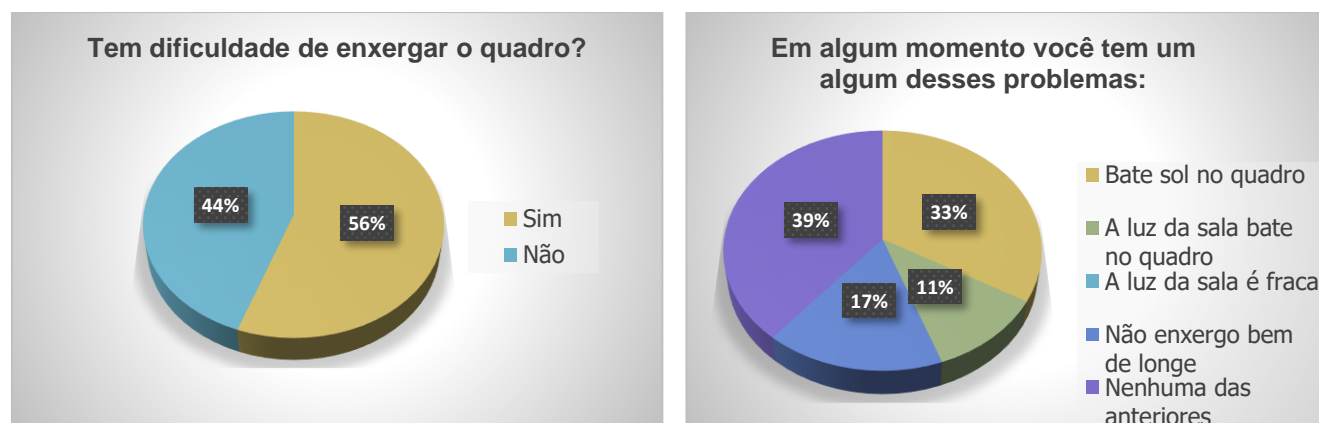
Gráfico 50 e 51 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano- pergunta 01 e 02, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Quanto a dificuldade de enxergar o quadro 56% dos alunos disseram ter dificuldade e 44% que não tem dificuldade. Sobre os problemas que eles identificam, em relação ao quadro, 39% responderam que não tem problemas, 33% responderam que bate sol no quadro, 17% que não enxergam bem de longe e 11% que a luz da sala bate no quadro, os dados podem ser observados nos Gráficos 52 e 53.

Gráfico 52 e 53 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano- pergunta 03 e 04, respectivamente.

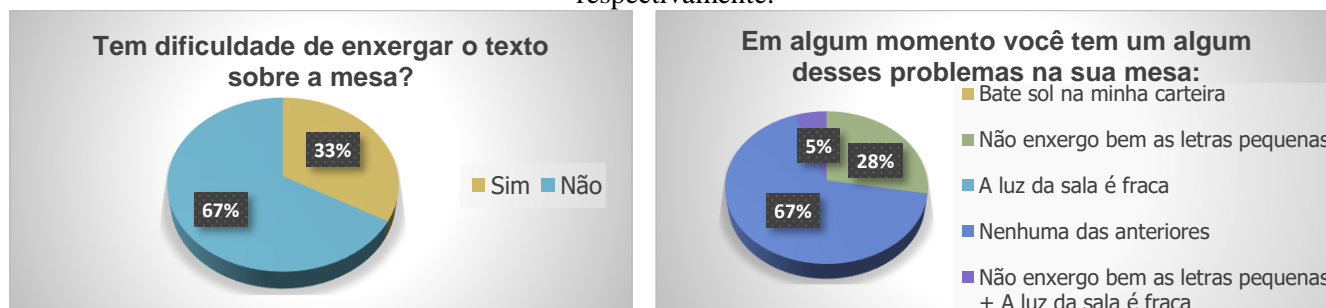


Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel<sup>®</sup>.

Já a respeito da mesa individual, 67% dos alunos disseram que não possuem dificuldade em enxergar o texto sobre a mesa e 33% disseram ter dificuldade (Ver Gráfico 54). Quanto aos problemas que eles identificam, 67% dos alunos responderam que não tem problemas, 28% responderam que não enxergam bem as letras pequenas, e 5% que não enxergam bem as letras pequena e que a luz da sala é fraca, como podemos observar no Gráfico 55.



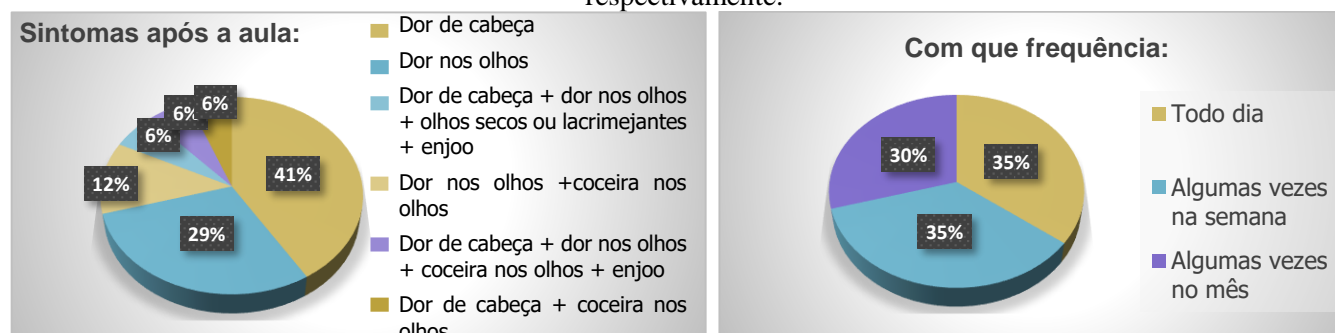
Gráfico 54 e 55 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano- pergunta 05 e 06, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Na questão relativa aos sintomas sentidos pelos alunos após a aula, 17 alunos disseram sentir pelo menos um dos sintomas presentes na questão. Destes, 41% disseram que após a aula sentem dor de cabeça, 29% dor nos olhos, 12% dor de cabeça, os olhos doloridos ou lacrimejantes e enjoo, 6% dor e coceira nos olhos, 6% dor de cabeça, olhos doloridos e coçando e enjoo, e 6% dor de cabeça e coceira nos olhos. Quanto a frequência em que os sintomas ocorrem, 35% disseram que ocorre todo dia, 35% que ocorre algumas vezes na semana e 30% que ocorre algumas vezes no mês (Ver Gráfico 56 e 57).

Gráfico 56 e 57 – Opinião dos alunos na Escola Radegundis Feitosa, turma do 5º ano- pergunta 03 e 04, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

#### 4.3. O estudo lumínico

Após a conclusão da análise técnica dos resultados quantitativos e qualitativos, partiu-se para a comparação dos dados, objetivando observar a correlação entre os dados e compreender melhor o ambiente, que é o assunto abordado nesta seção.

##### **Escola Municipal Governador Leonel Brizola**

Na sala do 4º ano, foi observado que quase todos os pontos de medição registraram iluminâncias abaixo do recomendado, porém apenas alguns dos usuários identificaram que a sala estava escura. Quando foram questionados sobre como gostariam que sua sala de aula fosse 47% afirmou que gostaria que fosse mais clara ou um pouco mais clara, a uma das possíveis razões para a maioria da turma apenas identificar na segunda questão a necessidade de que o ambiente esteja mais iluminado é por estarem acostumados com a baixa iluminação rotineira da sala de aula.

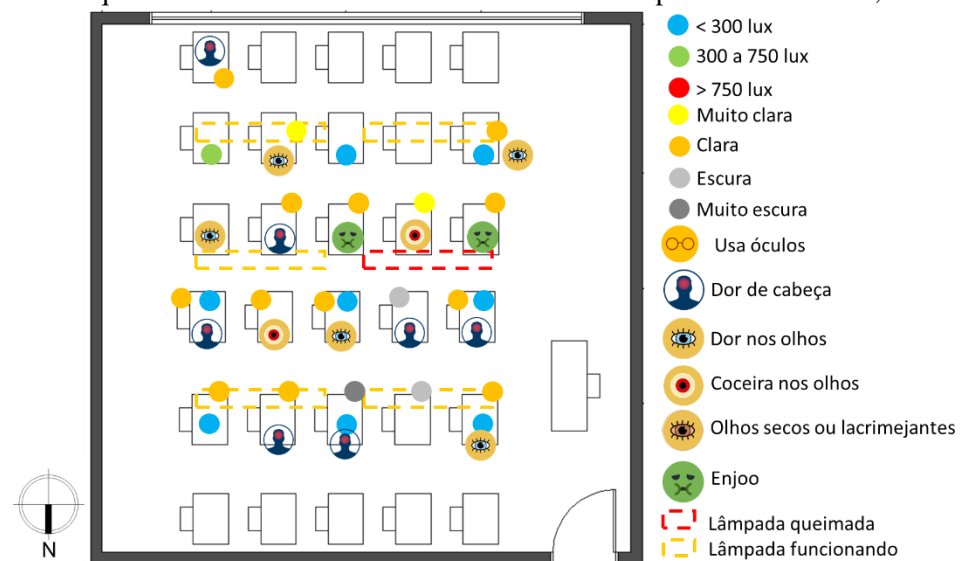
Foi indicado pelos alunos que 59% dos problemas relacionados a leitura de textos no quadro estão ligados a iluminação, e aproximadamente metade da turma apresenta dificuldade em enxergar o quadro. Já em relação ao plano de trabalho (carteira) esse número cai para 35% dos alunos, estando os maiores problemas ligados primeiramente a não enxergarem bem as letras pequenas, seguido de o problema da luz da sala ser fraca. Todos os alunos relataram sentir pelo menos um dos sintomas listados, sendo os principais: dor de cabeça e dor nos olhos, esses sintomas para a maioria dos alunos ocorrem algumas vezes na semana.

Figura 23 – Imagem da sala do 4º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 24 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Leonel Brizola, sala do 4º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Já na sala do 5º ano, todos os pontos apresentaram valores abaixo do exigido, sendo necessário destacar que a sala possui apenas duas das seis luminárias existentes em funcionamento. Mesmo com valores abaixo do necessário, os alunos, em sua maioria, responderam que acham a sala clara, mas uma parcela significativa de 37% disse achar a sala escura. Quando questionados sobre como gostariam que a sua sala de aula fosse, foi possível observar um comportamento semelhante a sala do 4º ano, tendo em vista que 63% dos alunos afirmaram preferir que fosse mais clara ou um pouco mais clara. Grande parte dos alunos identificaram que o principal problema em relação a sua mesa é o fato da sala de aula apresentar a luz fraca. Dos 19 alunos que responderam ao questionário, 13 deles relataram sintomas após a aula, sendo o principal a dor de cabeça, e para 39% dos alunos os sintomas ocorrem todos os dias.

Figura 25 – Imagem da sala do 5º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 26 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Leonel Brizola, sala do 5º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

### Escola Municipal Chico Xavier

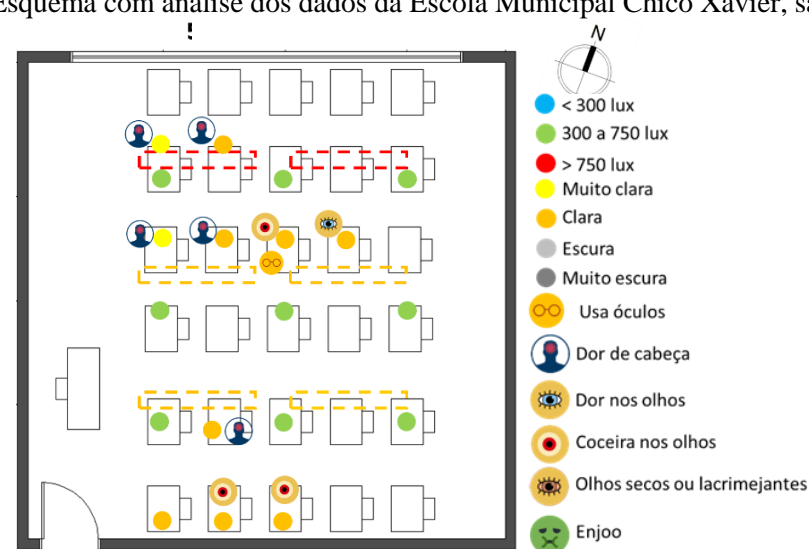
A sala 1 do 5º ano apresentou todos os valores dentro do estipulado pela norma, das luminárias apenas duas próximas a janela não estavam em funcionamento. Todos os alunos disseram que a sala é clara ou muito clara, e a maioria gostaria que a sala fosse um pouco mais escura. A incidência solar foi indicada como sendo o principal problema relacionado ao quadro e a mesa individual. Foi aferido que a maioria dos alunos sentem dores de cabeça após a aula, os sintomas segundo os alunos costumam ocorrer na maior parte das vezes durante alguns dias na semana.

Figura 27 – Imagem da sala 1 do 5º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 28 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Chico Xavier, sala 1 do 5º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Na segunda sala do 5º ano, que os pontos distantes da abertura se encontram dentro do intervalo desejável, porém os pontos próximos a janela apresentaram valores extremamente altos, e apenas duas das luminárias estavam funcionando (Ver Figura 30). A primeira turma dessa sala afirmaram em sua maioria que a sala é clara e 53% gostariam que fosse mais clara ou um pouco mais clara. Ao todo, 75% dos alunos disseram ter dificuldade de enxergar o quadro, estando a maioria dos problemas relacionados a luz da sala e do sol batendo no quadro.

Quanto aos problemas na mesa individual, a maioria afirmou não enxergar bem as letras pequena e em relação aos sintomas após a aula 64% da turma sente pelo menos dor de cabeça, tais sintomas tendem a ocorrer algumas vezes a semana. A respeito da segunda turma, 93% dos alunos afirmam que acham a sala clara, e 75% dos alunos gostariam que fosse assim mesmo.

O maior problema relacionado ao quadro é o sol que bate no mesmo, e em relação a mesa a maioria relatou não possuir problemas e apenas 27% que possui problemas ligados a iluminação. Quanto aos sintomas que os usuários sentem após a aula, o principal é a dor de cabeça e a maioria dos sintomas descritos ocorrem algumas vezes durante a semana.

Figura 29 – Imagem da sala 2 do 5º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 30 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Chico Xavier, sala 2 do 5º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.



### **Escola Municipal Radegundis Feitosa**

A respeito da sala do 4º ano, em todos os pontos medidos foram obtidos valores que respeitam o estipulado pela norma. Além disso, quanto as questões qualitativas, 95% dos alunos acham a sala de aula clara ou muito clara, e 50% dos alunos gostariam que a sala fosse um pouco mais escura ou bem mais escura. Foi identificado pelas respostas dos alunos que o principal problema para eles é o sol batendo no quadro. E sobre a mesa, apenas 33% relataram ter algum problema, sendo estes: o sol batendo na carteira ou que não enxerga bem as letras pequenas. O principal sintoma após a aula, entre os alunos, é a dor de cabeça, e dos sintomas assinalados a maioria costuma ocorrer algumas vezes na semana.

Figura 31 – Imagem da sala do 4º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 32 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Radegundis Feitosa, sala do 4º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Na sala do 5º ano, todos os valores obtidos nos pontos medidos se encontram abaixo do valor determinado pela norma. As duas luminárias próximas a janela, e paralela a mesma, estavam queimadas, enquanto as demais estavam funcionando normalmente. A maioria dos alunos acha que a sala é clara ou muito clara e grande parte gostaria que fosse assim mesmo, e 33% gostaria que fosse um pouco mais clara. Quase todos os alunos indicaram que tem dificuldade em enxergar o quadro, e o principal problema é a luz do sol que bate no quadro, já em relação a mesa, a maioria não possui dificuldade de enxergar o texto sobre a mesma e o principal problema marcado foi de que não enxergam bem as letras pequenas. A respeito dos sintomas sentidos por eles após a aula, a maioria marcou que sente dor de cabeça, e quanto a frequência dos sintomas, 35% diz ocorrer todo dia, 35% algumas vezes na semana e 30% algumas vezes no mês.

Figura 33 – Imagem da sala do 5º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 34 – Esquema com análise dos dados da Escola Municipal Radegundis Feitosa, sala do 5º ano



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

#### 4.4. Resultados das escolas analisadas

Com a associação da iluminância natural com artificial, se obteve que 33,3% das salas das três escolas avaliadas apresentaram níveis de iluminância médio satisfatórios. Entretanto, das seis salas estudadas 66,6% delas não atingiram níveis adequados de iluminância para a realização de tarefas visuais, portanto, comprometendo a qualidade da iluminação oferecida aos alunos no que se refere ao conforto visual, além disso a não uniformidade de iluminância foi observado em uma das salas que apresentou valores acima de 1000 lux.

Os resultados das observações prévias realizadas nas escolas analisadas evidenciaram uma despreocupação em relação a performance luminosa da sala, na maioria das salas os alunos identificam a mesma como clara, porém ao se comparar com como eles gostariam que fosse, vemos que em algumas das salas eles não estavam realmente satisfeitos com a iluminação, porém dado que eles estão habituados a ter as aulas com a iluminação inadequada, eles acabam se mostrando acomodados inicialmente com a situação.

Mesmo com a iluminação abaixo do recomendado e até mesmo nos casos em que a sala estava de acordo com a norma, a maioria dos estudantes aponta que em algum momento eles tem problemas com a luz do sol e/ou da sala batendo no quadro gerando reflexão ou em sua carteira atrapalhando a leitura, escrita e atenção do aluno.

O ideal seria evitar a incidência solar direta no interior da sala, de forma a prevenir o ofuscamento, através de elementos e proteção e sistemas de controle que permitissem a regulação da iluminação de acordo com a atividade a ser realizada no ambiente.

Dos sintomas sentidos pelos alunos após a aula, o mais apontado foi dor de cabeça e por vezes este é associado a outros sintomas, e costuma ocorrer segundo os alunos algumas vezes por semana, como vimos anteriormente. Os sintomas relatados podem ser considerados como indicação de suspeita da síndrome do edifício doente (SED), de acordo com o que foi apontado no capítulo 2, dado que apresenta fatores de risco, sendo um deles a iluminação (fator físico) que é insuficiente na maioria das salas e possui intensidades diferentes, a falta de manutenção dos sistemas de iluminação e ar-condicionado e do mobiliário, e em alguns casos até mesmo de limpeza tendo sido observado nas visitas a presença de poeira sobre armários e nas janelas.

Dentre as conclusões parciais obtidas, a análise de dados verificou problemas nos espaços analisados – que compreendem situações relacionadas com elementos arquitetônicos layout, entorno; falta de dispositivos de proteção solar e falhas projetuais de luminotécnica – seja pelo dimensionamento incorreto de luminárias ou pela falta de manutenção das mesmas.

#### 4.5. Estratégias Projetuais

Nas escolas analisadas vemos que houve certa preocupação com a orientação geográfica das escolas. Pois, como Viana e Gonçalves (2001) destacou, a luz natural sofre alterações de intensidade ao longo do ano devido as diferentes latitudes existentes. Portanto, é de fato muito importante que cada local tenha seu projeto, porém, como é possível observar com os resultados obtidos, é necessário que existam algumas preocupações que devemos estar atentos, pois, fora a localização geográfica a posição da edificação, o entorno e outros fatores (como o céu) influenciam na iluminação interna dos ambientes e no conforto dos usuários. Nas escolas analisadas observou-se que existe excesso de iluminação em algumas salas e seria necessário um maior controle da luz natural e artificial, além disso todas as escolas adotaram como forma de controle da luz a película nos vidros sendo está uma solução que demonstrou ser

inadequada, pois não resolve o problema de ganho de calor solar e dificulta o aproveitamento da iluminação natural. Para tanto este tópico destina-se a expor estratégias que possam ser agregadas a novos projetos de escolas ou a futuras reformas que as que foram construídas possam vir a passar.

Na arquitetura pode-se observar que existem elementos arquitetônicos que são utilizados como protetores solares que tem como principal função auxiliar para que os ambientes apresentem uma iluminação interna dentro dos parâmetros estabelecidos pelas normas e que permitam que as atividades destinadas ao ambiente sejam realizadas adequadamente. De acordo com Labaki & Bartholomei (2001) os dispositivos de proteção solar podem ser protetores internos ou externos, esses protetores podem ser de diversos materiais, possuir diferentes formas geométricas e cores. Para melhor compreensão, optou-se por dividir pela classificação: proteção solar externa, proteção solar interna, controle da iluminação, e a cor das superfícies internas.

### **Proteção Solar Externa**

São mais indicados se tratando de radiação solar direta. Os elementos externos podem ser basicamente divididos em: horizontais, verticais e mistos, mas também existe outra classificação quanto à possibilidade de movimento, onde eles podem ser fixos ou móveis.

Um dos elementos mais conhecido é o brise, este é originalmente conhecido pela expressão francesa “brise-soleil” sua função principal é proteger a fachada da incidência direta do sol, de forma a garantir a permeabilidade visual do interior para o exterior. Por se tratar de elementos vazados, que permitem a entrada de luz natural e ventilação, é capaz de proporcionar conforto térmico às construções e contribuir para redução no consumo de energia. Na sua escolha deve se levar em consideração a luminosidade, visibilidade, insolação, sombreamento e orientação da fachada.

O tipo mais comum é o constituído de aletas verticais ou horizontais, podendo ser fixos ou móveis. Os móveis por serem adaptáveis e eficientes, são mais recomendados, pois as aletas podem se mover e se ajustar conforme a mudança da incidência solar, garantindo proteção em diferentes períodos, esse movimento pode ser tanto manual, como automático ou por fotocélulas. Seu material também depende do projeto e das intenções do arquiteto, podendo ser de madeira, concreto, alumínio, policarbonato, vidro e até mesmo painéis fotovoltaicos.

Um bom exemplo é a nova sede do Sebrae Nacional em Brasília em que os elementos verticais da fachada que foram construídos em alumínio microperfurado que buscando permitir incidência de iluminação natural (Figura 15). E de acordo com João Sodré, um dos arquitetos responsáveis pelo projeto, em uma entrevista para o site Galeria da Arquitetura: “E também para conter o excesso dessa luz, assim como a insolação, procurando preservar os espaços internos de um gradiente térmico característico de Brasília”.

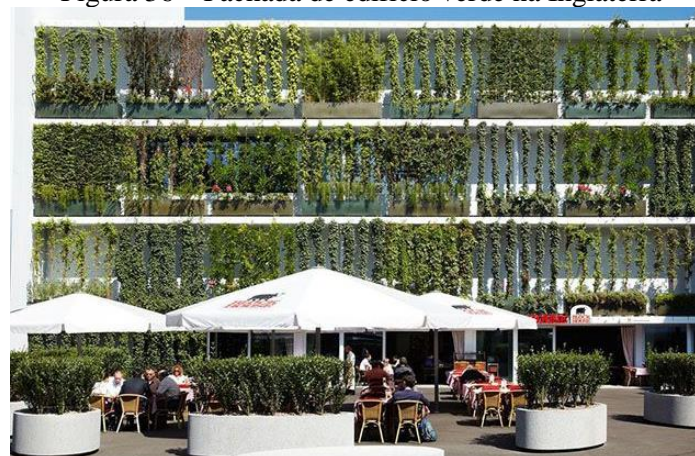
Figura 35 – Sede do Sebrae Nacional em Brasília



Fonte: [https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/grupos/\\_sede-do-sebrae-nacional-de-brasilia/1374](https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/grupos/_sede-do-sebrae-nacional-de-brasilia/1374)  
(2018)

Outro elemento a ser considerado é a vegetação, principalmente quando se trata do controle da radiação solar refletida pelo entorno, como pavimentos ou outras edificações. Essa componente refletida pode ser controlada pela redução da refletividade das superfícies próximas. Ocorre uma menor absorção de calor para o interior da edificação e a refletividade também é baixa, o que atenua a componente. Um exemplo interessante é a fachada verde de um edifício na Inglaterra, que utiliza a vegetação como aliada do brise vertical, como pode ser visto na Figura 16.

Figura 36 – Fachada de edifício verde na Inglaterra



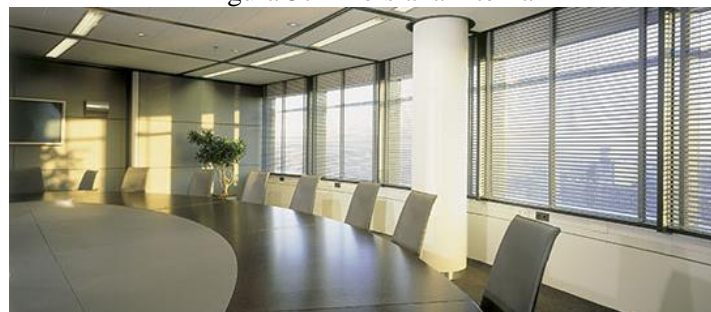
Fonte: <http://construindodecor.com.br/> (2018)

### **Proteção Solar Interna**

Os elementos de proteção internos podem ser usados nos casos de controle da radiação difusa (que incide em várias direções). Além de um elemento estético as cortinas e persianas tem um uso importante que é colaborar para o conforto do ambiente, existem modelos desde os mais simples manuais, até aquelas que são automatizadas e integradas aos sistemas de iluminação e ar condicionado, a decisão deve ser tomada preferencialmente na etapa de projeto, com auxílio do projetista da fachada.



Figura 37 – Persiana interna



Fonte: <http://www.persianascrisdan.com.br/> (2018)

Uma opção que está em moda no mercado, é a cortina a cortina blackout celular automatizada (podendo ser controlada por controle remoto), por se tratar de uma solução mais higiênica, e moderna. Essa cortina tem a possibilidade de ser colocada entre vidros selados e ficar permanentemente protegida, não acumulando pó e dispensando a limpeza.

Figura 38 – Cortina blackout



Fonte: <http://screenlinetwin.com.br/> (2018)

A redação “Cientistas criam cortina que se move sozinha conforme a luz” de 2014, que se encontra disponível no site da Revista Exame, traz um ponto muito interessante, sobre cientistas que criaram uma nova tecnologia, uma nova tendência para os edifícios eficientes. Uma cortina que se

movimenta sem sistemas de motorização, e isto acontece devido a existência de nanotubos de carbono no seu interior. Essa cortina inteligente recebe um estímulo que faz com que ela se abra e bloqueie a iluminação solar e quando não a luz solar e ela deixa de receber o estímulo e se fecha, além de ser sensível à luz de baixa intensidade.

### **Controle da Iluminação**

Um bom controle da iluminação pode proporcionar uma melhor qualidade de vida aos usuários da edificação considerando tanto a luz elétrica quanto a natural, e cabe ao arquiteto projetar um ambiente que se adapte a tais necessidades, fornecendo a melhor experiência para aqueles que irão frequentar o local. Além do conforto ambiental propiciado, é capaz de aumentar a eficiência energética, reduzir custos e se integrar aos demais sistemas

Temos como exemplo o caso do sistema de iluminação SchoolVision da Philips Lighting que permite que os professores escolham entre quatro configurações diferentes de luz que simulam os padrões naturais da luz do dia e ajudam as crianças a se manterem confortáveis, focadas e alertas ao longo do dia, e permitindo também modificar a iluminação de acordo com a atividade que está sendo realizada dentro da sala de aula.

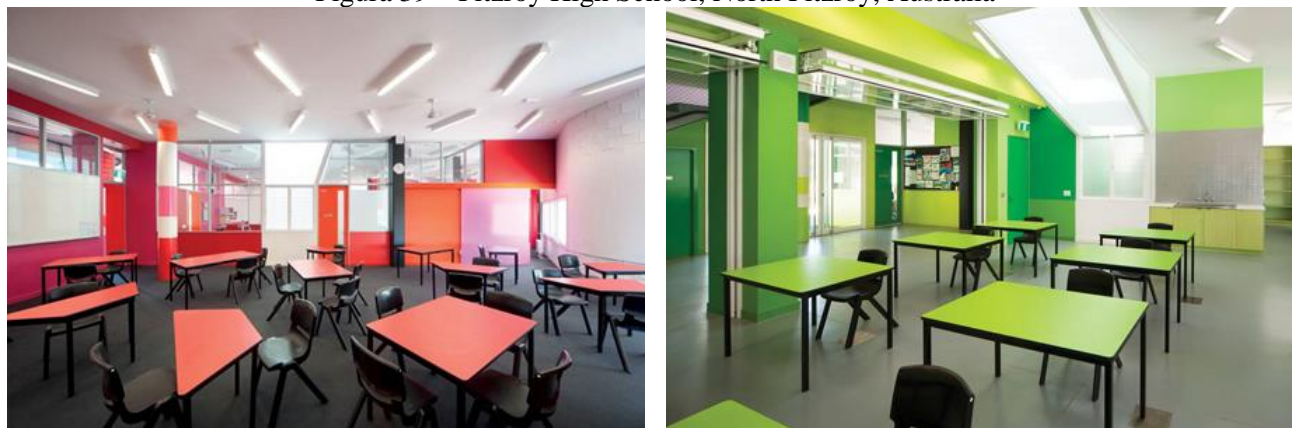
### **Cores Internas**

Segundo Farina (2006), as cores influenciam tanto no caráter fisiológico como psicológico, de forma a influenciar o dia-a-dia das pessoas causando sentimentos como alegria ou tristeza, exaltação ou depressão, atividade ou passividade, calor ou frio, equilíbrio ou desequilíbrio, ordem ou desordem, etc.

O ambiente escolar como espaço de aprendizado deve buscar trazer conforto aos seus usuários, de forma a produzir estímulos para que os usuários realizem as suas atividades de modo eficiente e

saudável e que também estimule a interação social, ou seja, que auxilie no desenvolvimento dos alunos no campo intelectual e social. Segundo Vieira (2017) as cores são de grande importância principalmente no início da aprendizagem, elas devem trazer o sentimento de acolhimento, porém não podem induzir ao comodismo ou a monotonia. Enquanto que as cores claras trazem sensações de tranquilidade, conforto e concentração, as cores escuras trazem cansaço, agitação, irritabilidade, podendo trazer o desconforto. Portanto, um ambiente com cores claras que permita uma maior concentração, mas com a presença de destaques em cores quentes que incentivem a criatividade e liberdade podem ser uma opção para os espaços escolares assim como a opção de alterações de acordo com o tipo de atividade a ser realizada. Temos como exemplo a Fitzroy High School na Austrália que possui salas com design diferente do habitual, seus principais espaços seguem uma abordagem que eles chamam de "equipe de ensino", onde os espaços são configurados, permitindo uma flexibilidade e variedade de uso.

Figura 39 – Fitzroy High School, North Fitzroy, Austrália



Fonte: World Buildings Directory.





## 5. CONCLUSÕES

## 5. CONCLUSÃO

A edificação escolar abriga os estudantes, que são uma parcela significativa da população, durante um grande período do dia, se trata de um espaço de aprendizado, convívio social e diversidade. Diversos estudos já comprovaram o quanto a arquitetura escolar influencia na aprendizagem e rendimento dos alunos como foi possível observar ao longo desta pesquisa, e se trata de um tema que ainda tem grande abertura para ser explorado, os estudos de caso já realizados corroboraram os referenciais teóricos que afirmam serem as escolas públicas e municipais brasileiras desprovidas em sua grande maioria de projetos arquitetônicos planejados de fato para que haja qualidade do ambiente de ensino.

Esta pesquisa teve como objetivo analisar o conforto lumínico com foco no usuário em salas de aula de escolas de ensino fundamental da rede municipal em João Pessoa, construídas a partir do projeto padrão de escola (desenvolvido pela Prefeitura Municipal de João Pessoa). O objetivo principal foi atendido como pode-se observar na análise realizada nas escolas Governador Leonel Brizola, Chico Xavier e Radegundis Feitosa. Foram analisadas nas três escolas a opinião dos usuários a respeito da iluminação da sua sala e também buscou-se identificar possíveis sintomas que podem ou não ser correlacionados com a Síndrome do Edifício Doente (SED), como podemos observar no capítulo 2.

Nas escolas analisadas observou-se que na maioria das salas a iluminação não atinge os níveis recomendados pela norma, e em um dos casos existia iluminação excessiva e está não era distribuída adequadamente dentro do ambiente. Apenas na sala 1 do 5º ano da Escola Municipal Chico Xavier e a sala do 4º ano da Escola Municipal Redegundis Feitosa apresentaram a iluminância entre 300 e 600 lux, ou seja, os valores mais próximos ao exigido pela norma que é de 300 lux. Um forte agravante é à falta de manutenção das luminárias que foi observado em todas as salas, isso gera áreas com iluminação

inadequada para a realização das atividades. Por conseguinte, quase todas as salas foram consideradas fora dos padrões que as qualificariam como dotadas de conforto lumínico.

É possível afirmar que a ausência ou inadequação do planejamento na concepção do projeto arquitetônico são considerados fatores determinantes na garantia ou promoção de condições ambientais adequadas ao desenvolvimento das atividades propostas àquele ambiente. É importante lembrar, ainda que não seja o caso das edificações analisadas, que as aberturas nunca estejam orientadas para leste ou oeste. Deve-se fazer uso de sistemas de proteção solar. Os sistemas precisam ser detalhados para que sejam eficientes e também para não prejudicarem a iluminação natural interna da edificação. Quanto as cores, preferencialmente deve-se privilegiar as cores claras nas superfícies externas, pois estas refletem os raios solares minimizando a absorção de calor pela parede e quando usadas no interior dos ambientes ajuda na reflexão da luz, contribuindo para melhores condições de iluminação dos ambientes internos, mas não se deve esquecer das demais cores que se utilizadas podem contribuir no conforto visual e influir no aprendizado do aluno. Por fim, deve-se sempre buscar o conforto luminoso em edificações escolares visto sua influência nos usuários, um bom projeto lumínico precisa pensar nos detalhes ainda na fase inicial e a iluminação artificial deve ser utilizada como complemento da iluminação natural, seu dimensionamento correto e manutenção adequada já resolvem em muitas situações a maioria dos problemas encontrados em parte das edificações escolares.





# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT/NBR 15215-4: 2005 Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de Medição.

ALTOMONTE, S.; SCHIAVON, S. **Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings**. Building and environment, 2014.

AMORIM, C.N.D. **Iluminação natural e eficiência energética – Parte II: Sistemas inovadores para a luz natural**. In: Paranoá- Periódico Eletrônico de Arquitetura e Urbanismo. V 4. Brasília, nov., 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15215-4: Iluminação natural. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: interior. Rio de Janeiro, 2013.

ARIES, M. B. C.; AARTS, M. P. J.; VAN HOOFF, J. Daylighting and health: A review of the evidence and consequences for the built environment. **Lighting Research and Technology**, v. 47, p. 6-27, 2015.

BABICK, Cláudia Silva; TORRES, Maurício Carvalho Ayres. **Análise do desempenho térmico, lumínico e de ventilação natural de projeto padrão de edifício escolar do FNDE de acordo com os requisitos de normas e referenciais nacionais e internacionais nas 8 zonas bioclimáticas brasileiras**. Revista de Engenharia Civil IMED, Passo Fundo, v. 4, n. 2, p. 110-128, dez. 2017. ISSN 2358-6508. Disponível em: <<https://seer.imed.edu.br/index.php/revistaec/article/view/2283/1391>>. Acesso em: 15 de março de 2018.

BARRETT, P.; DAVIES, F.; ZHANG, Y.; BARRETTE, L. The impact of classroom design on pupil's learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. **Building and Environment**, 2015.

BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STTEMERS, K. **Daylighting in architecture** – a European reference book. Commission of the European Communities, Directorate – General XII for Science Research and Development, London: James & James Ltd., 1993.

BAKER, Nick; STEEMERS, Koen. **Daylight Design of Buildings**. London: James & James, 2002.

BERNARDI, Núbia. **Avaliação da interferência comportamental do usuário para a melhoria do conforto ambiental em espaços escolares: estudo de caso em Campinas – SP**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, 2001.



BRASIL. Lei nº 10.295, de 20 de dezembro de 1996. Dispõe sobre Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia Elétrica.

BODART, M.; DE HERDE, A. A global energy savings in offices buildings by the use of daylighting. **Energy and buildings**, London: Elsevier, V. 34, p.421-429, 2002.

BOYCE, P.; HUNTER, C.; HOWLET, O. **The benefits of daylight through windows**. 2003. Disponível em: <http://www.lrc.rpi.edu/programs/daylighting/pdf/daylightbenefits.pdf>. Acesso em: 03 de junho de 2018.

BOUBEKRI, M. **Daylighting, architecture and health: Building design strategies**. Oxford: Elsevier, 144 p., 2008.

CARDOSO, Carlos A. de A.; KULESZA, Wojciech, A. **ESCOLA E MODERNIDADE NA PARAÍBA (1910 – 1930)**. UFPA. V Congresso Luso-Brasileiro de História da Educação (Évora, abril de 2004).

CARLUCCI, S.; CAUSONE, F.; DE ROSA, F.; PAGLIANO, L. **A review of índices for assessing visual comfort with a view to their use in optimization processes to support building integrated design**. Renewable & Sustainable Energy Reviews. v. 47, abril, 2015.

COUTINHO FILHO, E. F.; SILVA, Edlaine Correia Sinézio da; SILVA, L. B.; COUTINHO, A. S. **Avaliação do conforto ambiental em uma escola municipal de João Pessoa**. João Pessoa, 2006.

DABUS ARQUITETURA. **A importância da Iluminação na Arquitetura Escolar**. 2015. Disponível em: <http://www.dabus.com.br/blog/2015/08/importancia-iluminacao-arquitetura-escolar/>. Acessado em: 30 de março de 2018.

Departamento de Educação dos EUA. 1992. **Educação em Estados e Nações: 1991-1992**, Disponível em (ESN) Tabela 35c: Salário de meio-período do professor secundário (em dólares americanos) por dia letivo e número de dias escolares por ano, por país: 1992.

DE GIULI, Valeria. **Modelling and Experimental Results in Daylighting Analysis To Improve Visual Comfort and to Reduce Energy Demand in Buildings**, PhD-thesis Università degli di Padova, Department of technical physics, 2010.

DIAS, Amanda F. A. **Análise do uso da luz natural em salas de aula: estudo de caso em Aracaju-SE**. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011. (dissertação de mestrado)

Escola Municipal de Ensino Fundamental Leônidas Santiago. **Breve histórico**. Blog do Leônidas Santiago. Disponível em:

<http://leonidassantiago.blogspot.com/search/label/Hist%C3%B3rico%20da%20Escola>. Acessado em: 13 de junho de 2018.

FADEYI, M.O., et al., **Evaluation of indoor environmental quality conditions in elementary schools' classrooms in the United Arab Emirates**. Frontiers of Architectural Research (2014). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2014.03.001> Add to Citavi project by DOI. Acesso em: 18 de março de 2018.

FARINA, Modesto. **Psicodinâmica das cores em comunicação**. São Paulo: Edgard Blucher. 2006.

FERREIRA, Fernanda C. **Procedimento de avaliação de conforto ambiental e eficiência energética aplicado a um caso típico da Rede Estadual de Escolas Públicas de Minas Gerais**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Arquitetura, 2006.

FERNANDES FILHO, Erivaldo; SILVA, Edlaine Correia; SILVA, Luiz Bueno; COUTINHO, Antônio Souto. **Avaliação de Conforto Ambiental numa escola municipal em João Pessoa**. Centro de Tecnologia/ Departamento de Engenharia de Produção UFPB, João Pessoa, 2007.

FERVENÇA, Yasmin S. G.; BARTHOLOMEI, Carolina L. B. **O AMBIENTE ESCOLAR E O CONFORTO LUMÍNICO: AVALIAÇÃO EM ESCOLAS PÚBLICAS DE PRESIDENTE PRUDENTE – SP**. In: XII ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e VIII ENLACAC – Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído, 2013, Brasília.

GRAÇA, V. A. C. et al. An evaluation method for school building design at the preliminary phase with optimisation of aspects of environmental comfort for the school system of the State São Paulo in Brazil. **Building and Environment**, 2007.

GEMELLI, Carolina B. **Avaliação de Conforto Térmico, Acústico e Lumínico de Edificação Escolar com Estratégias Sustentáveis e Bioclimáticas: o caso da Escola Municipal de Ensino Fundamental Frei Pacífico**. Porto Alegre, 2009. Dissertação (mestrado)

GHISI, E.; TINKER, J. A. An ideal window area concept for energy eficiente integration of daylight and artificial light in buildings. **Building and Environment**, janeiro, 2005.

HYBINER, Juliana M. B. M. **Análise da iluminação em salas de aulas de escolas de rede de ensino pública ds Superintendências Regionais de Ensino de Juiz de Fora, Ponte Nova e UBÁ, MG**. Viçosa, MG, 2015. Universidade Federal de Viçosa. Dissertação (mestrado).

IHM, P.; NEMRI, A; KRARTI, M. Estimation of lighting energy savings from daylighting, **Building and Environment**, [S.l.] v. 44, n. 3, p. 509-514, 2009.

JM Daisey , WJ Angell , MG. **Qualidade do Ar Interior Apte, ventilação e sintomas de saúde nas escolas: uma análise da informação existente**. Indoor Air , 13 ( 2003 ) , pp. 53 – 64

KULESZA, W. A.; CARDOSO, C. A. A.. **Escola e Modernidade na Paraíba (1910- 1930)**. In: III Congresso Brasileiro de História da Educação, 2004, Curitiba. A Educação Escolar em Perspectiva Histórica. Curitiba: PUC/Paraná, 2004.

LABAKI, L. C.; BARTHOLOMEI, C. L. B. **AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO E LUMINOSO DE PRÉDIOS ESCOLARES DA REDE PÚBLICA, CAMPINAS-SP**. São Paulo, 2012. In: ENCAC 2011 – IV Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** São Paulo, 2001, CD-ROM.

LAMBERTS, R.; PEREIRA, F. O. R.; DUTRA, L. **Eficiência energética na arquitetura**. 2 ed., São Paulo: PW, 2004.

LESLIE, R. P. et al. **The Potential of Simplified Concepts for Daylight Harvesting**. Lighting Research and Technology, 37(1), p. 21-40, 2005.

LI, D.; TSANG, E. An analysis of daylighting performance for office buildings in Hong Kong. **Building and Environment**, Lausanne, v. 43, 2008.

Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - **Censo Educacional 2015**

MJ Mendell , GA Heath. **Os poluentes internos e as condições térmicas nas escolas influenciam o desempenho dos alunos? Uma revisão crítica da literatura**. Indoor Air , 15 ( 1 ) ( 2004 ) , pp. 27 - 52

OCHOA, J. H. **Análise do Conforto Ambiental em Salas de Aula da Universidade Federal de Goiás**. 247f. Goiânia, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Geotecnia e Construção Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

OLIVEIRA, Marina G. de. **Arquitetura para uma nova escola: modernização da arquitetura escolar de João Pessoa (1930 – 1939)**. João Pessoa, PB, 2013. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Dissertação (mestrado).

- OLIVEIRA, Gimaoli C. de. **Estudo do Potencial de Aproveitamento da Iluminação Natural em Escolas Municipais de João Pessoa – PB. 2012.** Dissertação (Mestrado em Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Paraíba.
- NUNES, Clarice. **A escola reinventa a cidade.** In: HERSCHMANN, Michel M. B. & PEREIRA, Carlos Alberto MESSEDER. A invenção do Brasil moderno: medicina, educação e engenharia nos anos 20-30. Rio de Janeiro, RJ: Rocco, 1994.
- PEREIRA, F. O. R. Curso de Iluminação Natural no Ambiente Construído. In: III ENCONTRO NACIONAL E I LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Gramado. **Anais...** Gramado: [s.n.], 1995.
- QUIRINO, L. M. M.; PEREIRA, Y. V. C.; LEDER, Solange Maria. **Dutos verticais de captação de luz natural e ventilação cruzada em salas de aula.** In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2016, São Paulo. XVI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído - Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção, 2016. p. 1095-1106.
- SANTOS, Talía S. dos; BATISTA, Marília C.; POZZA, Simone A.; ROSSI, Luciana S. **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais.** Artigo Técnico. Eng Sanit Ambiente. V.20 n.4. 2015.
- SÁTYRO, N.; SOARES, S. **A infraestrutura das escolas brasileiras de ensino fundamental:** um estudo com base nos censos escolares de 1997 a 2005. Brasília, 2007.
- SILVA, Ângela E. S. **Síndrome do Edifício Doente.** João Pessoa, PB, 2017. Universidade de Lisboa. Faculdade de Medicina Lisboa – UM. Dissertação (mestrado).
- SOUZA, Ellen Priscila Nunes de. **Qualidade da iluminação: influências e impactos na saúde do ser humano.** Juiz de Fora, 2012. In: ENTAC 2012 – XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...** Juiz de Fora, 2012, CD-ROM.
- VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. **Iluminação e arquitetura.** São Paulo: Virtus, 2001.
- VIEIRA, Andréa V. A. **Educação colorida: A importância das cores no Ambiente Educacional.** Revista Especialize On-line IPOG. Goiânia - Ano 8, Edição nº 14 Vol. 01. Dezembro/2017.
- Zs Bako-Biro , Clements-Croome DJ , N. Kochhara , HB Awbia , MJ Williams. **Taxas de ventilação nas escolas e desempenho dos alunos.** Construir. Environ , 48 ( 2012 ) , pp. 215 – 233

# APÊNDICES

## APÊNDICE A – Modelo questionário piloto dos alunos

### MODELO A

<b>QUANTO A LUZ NA SUA SALA DE AULA:</b>			Código: _____	
<b>1. Como você acha que a sua sala de aula é:</b>				
(1) Muito iluminada	(2) Iluminada	(3) Escura	(4) Muito escura	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>2. Como você gostaria que a sua sala de aula fosse?</b>				
(1) Mais iluminada	(2) Um pouco mais iluminada	(3) Assim mesmo	(4) Um pouco mais escura	(5) Bem mais escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3. O que você acha da luz no quadro:</b>				
[ ] Não incomoda, está bom assim	[ ] Incomoda um pouco	[ ] Incomoda	[ ] Incomoda muito	
<b>4. Você tem dificuldade de enxergar o quadro?</b>				
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não			<input type="checkbox"/>
<b>5. Se sim, entre as opções abaixo quais são as que mais atrapalham?</b>				
Bate sol no quadro	A luz da sala bate no quadro	A luz da sala é fraca	Não encherço bem de longe	Nenhuma das anteriores
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>6. O que você acha da luz na sua mesa:</b>				
[ ] Não incomoda, está bom assim	[ ] Incomoda um pouco	[ ] Incomoda	[ ] Incomoda muito	
<b>7. Você tem dificuldade de enxergar um texto sobre a mesa?</b>				
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não			<input type="checkbox"/>
<b>8. Se sim, dentre as opções abaixo quais são as que mais atrapalham?</b>				
Bate sol na minha carteira	Não encherço bem as letras pequenas	A luz da sala é fraca	Nenhuma das anteriores	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

## MODELO B

<b>QUANTO A LUZ NA SUA SALA DE AULA:</b>			<b>Código:</b> _____	
<b>1. Como você acha que a sua sala de aula é:</b>				
(1) Muito clara	(2) Clara	(3) Escura	(4) Muito escura	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>2. Como você gostaria que a sua sala de aula fosse?</b>				
(1) Mais clara	(2) Um pouco mais clara	(3) Assim mesmo	(4) Um pouco mais escura	(5) Bem mais escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3. O que você acha da luz no quadro:</b>				
[ ] Não incomoda, está bom assim	[ ] Incomoda um pouco	[ ] Incomoda	[ ] Incomoda muito	
<b>4. Você tem dificuldade de enxergar o quadro?</b>				
<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	
<b>5. Se sim, entre as opções abaixo quais são as que mais atrapalham?</b>				
Bate sol no quadro	A luz da sala bate no quadro	A luz da sala é fraca	Não encherço bem de longe	Nenhuma das anteriores
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>6. O que você acha da luz na sua mesa:</b>				
[ ] Não incomoda, está bom assim	[ ] Incomoda um pouco	[ ] Incomoda	[ ] Incomoda muito	
<b>7. Você tem dificuldade de enxergar um texto sobre a mesa?</b>				
<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	
<b>8. Se sim, dentre as opções abaixo quais são as que mais atrapalham?</b>				
Bate sol na minha carteira	Não encherço bem as letras pequenas	A luz da sala é fraca	Nenhuma das anteriores	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

## APÊNDICE B – Modelo final do questionário dos alunos

<b>QUANTO A LUZ NA SUA SALA DE AULA</b>	<b>COD:</b> _____
---	-------------------

<b>1. Como você acha que a sua sala de aula é:</b>			
<input type="checkbox"/> Muito clara	<input type="checkbox"/> Clara	<input type="checkbox"/> Escura	<input type="checkbox"/> Muito escura

<b>2. Como você gostaria que a sua sala de aula fosse?</b>				
<input type="checkbox"/> Mais clara	<input type="checkbox"/> Um pouco mais clara	<input type="checkbox"/> Assim mesmo	<input type="checkbox"/> Um pouco mais escura	<input type="checkbox"/> Bem mais escura

<b>3. Você tem dificuldade de enxergar o quadro?</b>	
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

<b>4. Em algum momento você tem algum dos problemas abaixo:</b>				
<input type="checkbox"/> Bate sol no quadro	<input type="checkbox"/> A luz da sala bate no quadro	<input type="checkbox"/> A luz da sala é fraca	<input type="checkbox"/> Não enchoro bem de longe	<input type="checkbox"/> Nenhuma das anteriores

<b>5. Você tem dificuldade de enxergar um texto sobre a mesa?</b>	
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

<b>6. Em algum momento você tem algum dos problemas abaixo na sua mesa:</b>			
<input type="checkbox"/> Bate sol na minha carteira	<input type="checkbox"/> Não enchoro bem as letras pequenas	<input type="checkbox"/> A luz da sala é fraca	<input type="checkbox"/> Nenhuma das anteriores

<b>7. Você sente algum desses sintomas após a aula:</b>				
<input type="checkbox"/> Dor de cabeça	<input type="checkbox"/> Dor nos olhos	<input type="checkbox"/> Coceira nos olhos	<input type="checkbox"/> Olhos secos ou lacrimejantes	<input type="checkbox"/> Enjoo

<b>8. Se você marcou uma das opções na questão anterior, com que frequência isso acontecesse?</b>		
<input type="checkbox"/> Todo dia	<input type="checkbox"/> Algumas vezes na semana	<input type="checkbox"/> Algumas vezes no mês

Fonte: Elaborada pela autora (2018).



## APÊNDICE C – Dados da iluminação

E.M.E.I.E.F. GOVERNADOR LEONEL BRIZOLA

Dados da sala do 4ºano

Sala do 4º ano		Luminosidade (lux)								
		Próximo a janela			Linha central da sala			Distante da janela		
Horário (sala )		9637	9638	9639	9643	9644	9645	9646	9647	9648
23/08/2018	12:58	287,48	252,71	305,51	252,43	265,79	290,83	211,52	208,59	219,48
23/08/2018	12:59	292,64	250,93	306,95	252,3	266,59	291,01	212,69	210,11	221,55
23/08/2018	13:00	297,56	252,41	308,94	249,21	265,16	289,93	209,52	207,21	218,96
23/08/2018	13:01	294,00	252,37	309,27	251,24	264,34	288,79	205,83	205,48	217,53
23/08/2018	13:02	300,50	250,66	307,89	250,76	263,69	288,14	208,69	205,22	218,08
23/08/2018	13:03	297,22	250,86	308,33	252,18	265,23	289,64	208,43	204,84	217,86
23/08/2018	13:04	303,13	251,36	308,14	249,00	264,09	288,75	207,71	204,29	217,46
23/08/2018	13:05	303,16	248,97	304,18	249,92	264,91	289,42	207,19	203,98	217,18

Fonte: Autora, 2018.

Dados da sala do 5ºano

Sala do 5º ano		Luminosidade (lux)								
		Próximo a janela			Linha central da sala			Distante da janela		
Horário (sala )		9637	9638	9639	9643	9644	9645	9646	9647	9648
23/08/2018	12:46	202,11	193,44	283,22	116,94	122,38	127,24	89,526	98,611	104,99
23/08/2018	12:47	194,76	185,26	282,01	116,98	122,99	128,13	89,145	99,086	105,47
23/08/2018	12:48	201,7	191,60	290,15	117,10	122,86	127,80	88,169	98,587	105,07
23/08/2018	12:49	204,03	193,72	288,51	115,72	121,93	126,75	85,908	96,428	102,83
23/08/2018	12:50	204,38	191,10	286,72	112,38	119,05	124,07	80,433	94,625	101,56
23/08/2018	12:51	199,85	188,49	292,65	111,60	118,21	123,57	80,028	93,462	100,04

Fonte: Autora, 2018.

E.M.E.F. CHICO XAVIER

Dados da sala do 5ºano, 1ª sala

Sala do 5º ano (1ª sala)		Luminosidade (lux)								
		Próximo a janela			Linha central da sala			Distante da janela		
Horário (sala )		9637	9638	9639	9643	9644	9645	9646	9647	9648
27/08/2018	10:42	486,61	419,28	462,36	397,18	368,89	357,84	325,42	312,37	305,57
27/08/2018	10:43	526,35	447,64	489,05	436,61	402,77	387,64	336,49	320,94	311,13
27/08/2018	10:44	628,39	528,37	567,76	466,48	427,17	409,04	409,04	386,5	369,4
27/08/2018	10:45	625,92	527,5	572,82	367,2	344,24	339,18	336,44	323,21	314,78
27/08/2018	10:46	531,62	458,59	513,22	466,21	428,6	411,92	296,52	286,22	281,01
27/08/2018	10:47	684,45	573,76	605,44	464,52	426,15	411,05	330,01	316,38	308,69
27/08/2018	10:48	628,28	529,05	570,72	473,85	429,46	409,89	363,15	349,17	339,87
27/08/2018	10:49	608,07	511,47	548,81	440,37	405,37	394,15	375,08	358,02	346,73
27/08/2018	10:50	632,25	528,28	564,61	371,91	347,84	344,28	348,01	331,35	320,76
27/08/2018	10:51	543,76	462,94	516,84	359,21	337,67	336,43	298,97	288,72	283,45
27/08/2018	10:52	522,63	452,52	520,94	354,77	334,93	333,21	285,98	276,71	271,8
27/08/2018	10:53	526,81	458,34	529,45	406,17	379,66	369,98	301,76	290,66	284,22
27/08/2018	10:54	604,79	518,47	581,91	499,65	456,79	432,51	361,72	346,02	335,04
27/08/2018	10:55	714,78	600,2	642,59	447,33	413,65	396,76	377,43	357,05	342,14
27/08/2018	10:56	697,26	583,14	625,97	367,81	346,55	338,96	302,81	291,47	283,8

Fonte: Autora, 2018.

Dados da sala do 5ºano, 2ª sala.

Sala do 5º ano (2ª sala)		Luminosidade (lux)								
		Próximo a janela			Linha central da sala			Distante da janela		
Horário (sala )		9637	9638	9639	9643	9644	9645	9646	9647	9648
27/08/2018	11:42	1631,6	1472,5	1596,5	819,4	803,05	835,15	565,05	561,34	587,11
27/08/2018	11:43	1553,9	1407	1536,5	676,94	668,27	701,7	483,52	483,99	511,19
27/08/2018	11:44	1456,6	1337,2	1456,1	664,65	657,19	693,2	463,32	463,97	489,48
27/08/2018	11:45	1451,1	1315,1	1442,4	649,27	643,27	678,49	455,65	457,3	481,95
27/08/2018	11:46	1408,3	1275,9	1387,3	616,91	610,19	641,14	445,58	445,13	469,01
27/08/2018	11:47	1308,2	1186,2	1275,6	588,89	583,05	607,92	424,09	423,2	446,02
27/08/2018	11:48	1168,8	1072,2	1130,2	567,08	560,7	584,58	406,4	405,34	428,01
27/08/2018	11:49	1044,7	972,7	1011	563,07	553,73	581,34	396,59	395,92	417,02
27/08/2018	11:50	987,79	887,61	967,03	585,48	575,57	604,43	404,62	403,39	424,38
27/08/2018	11:51	987,79	916,58	963,36	752,11	734,39	767,86	461,55	459,74	484,56
27/08/2018	11:52	1187,5	1072,6	1187	707,93	689,39	720,47	530,16	525,68	549,29
27/08/2018	11:53	1099,9	958,78	1065,4	528,83	523,02	544,73	553,82	550,67	577,71
27/08/2018	11:54	1036,1	910,19	1010,3	718,23	695,55	718,91	562,77	559,99	588,91
27/08/2018	11:55	1075,9	926,16	1045,1	709,03	683,63	704,6	481,83	480,6	507,48
27/08/2018	11:56	1008,4	872,33	970	701,93	674,14	694,99	326,54	326,16	344,84

Fonte: Autora, 2018.

## E.M.E.F. RADEGUNDIS FEITOSA

Dados da sala do 4ºano

Sala do 4º ano		Luminosidade (lux)								
		Próximo a janela			Linha central da sala			Distante da janela		
Horário (sala )		9637	9638	9639	9643	9644	9645	9646	9647	9648
04/09/2018	14:37	453,33	387,67	457,74	436,41	405,33	390,19	463,15	432,55	407,26
04/09/2018	14:38	432,89	367,16	426,93	379,97	350,61	350,83	380,29	349,1	322,47
04/09/2018	14:39	363,98	302,1	343,37	370,1	338,24	338,26	337,42	306,99	280,52
04/09/2018	14:40	364,3	304,01	340,37	405,97	370,89	370,68	344,04	310,9	283,86
04/09/2018	14:41	396,16	332,14	374,06	446,55	411,36	414,62	380,29	345,97	317,15
04/09/2018	14:42	406,35	342,45	394,64	479,92	447,05	453,52	443,34	409,11	379,97
04/09/2018	14:43	453,49	382,67	447,46	481,86	449,11	456,34	454,65	423,87	396,61
04/09/2018	14:44	457,26	387,89	451,47	491,09	459,19	468,07	465,62	433,24	405,9
04/09/2018	14:45	462,2	395,83	459,48	447,58	415,19	421,98	397,74	367,35	341,83
04/09/2018	14:46	449,12	381,64	448,7	435,72	404,58	410,42	460,13	427,54	400,21
04/09/2018	14:47	392,87	332	389,81	431,1	396,22	404,21	375,24	343,07	316,93

Fonte: Autora, 2018.

Dados da sala do 5ºano

Sala do 5º ano		Luminosidade (lux)								
		Próximo a janela			Linha central da sala			Distante da janela		
Horário (sala )		9637	9638	9639	9643	9644	9645	9646	9647	9648
03/09/2018	14:37	238,48	184,41	167,47	235,2	203,19	181,27	236,28	206,43	178,75
03/09/2018	14:38	235,03	183,54	168,98	233,28	202,46	180,6	232,32	202,8	175,47
03/09/2018	14:39	228,72	183,61	168,59	232,41	202,6	180,11	231,71	202,16	175,03
03/09/2018	14:40	228,3	182,54	163,63	232,06	202,87	179,91	232,99	202,82	175,56
03/09/2018	14:41	238,52	185,21	163,63	232,91	202,82	178,14	232,51	202,49	175,3
03/09/2018	14:42	288,04	219,59	203,68	235,38	206,72	180,76	232,99	203,25	175,85
03/09/2018	14:43	319,18	247,17	227,74	283,65	250,02	219,74	267,08	234,5	203,75
03/09/2018	14:44	278,65	216,23	194,14	262,41	227,91	199,47	262,98	230,73	200,04
03/09/2018	14:45	272,69	210,01	186,58	250,49	215,1	188	242,46	211,58	183,67

Fonte: Autora, 2018.

## APÊNDICE D - Fotografias externas das edificações

### Escola Municipal Governador Leonel Brizola



Fonte: Autora, 2018.



### **Escola Municipal Chico Xavier**



Fonte: Autora, 2018.

### **Escola Municipal Radegundis Feitosa**



Fonte: Autora, 2018.

## APÊNDICE E – Localização das salas

### Escola Municipal Governador Leonel Brizola



Fonte: Oliveira (2012), editado pela autora.

### Escola Municipal Chico Xavier



Fonte: Oliveira (2012), editado pela autora.

Escola Municipal Radegundis Feitosa



Fonte: Oliveira (2012), editado pela autora.